



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CAMPO DE FÚTBOL DE  
SANTESTEBAN

Iñigo Ostiz Escalada

Francisco Javier Bea Montes

Tudela, noviembre de 2013



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CAMPO DE FÚTBOL DE  
SANTESTEBAN

MEMORIA

Alumno: Iñigo Ostiz Escalada

Tutor: Francisco Javier Bea Montes

Tudela, noviembre de 2013

1.1. INTRODUCCIÓN	pág 5
1.1.1. Objeto del proyecto	pág 5
1.1.2. Situación	pág 5
1.1.3. Descripción de la parcela	pág 5
1.1.4. Descripción de la actividad	pág 5
1.1.5. Suministro de energía	pág 6
1.2. PREVISION DE CARGAS	pág 6
1.2.1. Procedimiento del cálculo	pág 6
1.3. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	pág 7
1.3.1. Introducción	pág 7
1.3.2. Tipos de esquema de distribución	pág 7
1.3.3. Solución adoptada para el esquema de distribución	pág 9
1.4. ILUMINACIÓN	pág 9
1.4.1. Introducción	pág 9
1.4.2. Alumbrado exterior	pág 10
1.4.2.1 Terreno de juego	pág 10
1.4.2.2. Gradas	pág 10
1.4.2.3. Alumbrado entrada al recinto	pág 10
1.4.3. Alumbrado de los interiores	pág 10
1.4.4. Alumbrado de emergencia y señalización	pág 11
1.4.5. Accionamiento de las luminarias	pág 15
1.5. NORMATIVA	pág 15
1.6. DISTRIBUCION INTERIOR DE LA INSTALACION	pág 16
1.6.1. Introducción	pág 16
1.6.2. Factores para el cálculo de los conductores	pág 16
1.6.2.1. Calentamiento	pág 16
1.6.2.2. Caída de tensión y pérdida de potencia	pág 17
1.6.3. Prescripciones generales	pág 18
1.6.3.1. Naturaleza de los conductores	pág 18
1.6.3.2. Conductores de protección	pág 18
1.6.4. Sistemas de canalización	pág 19
1.6.4.1. Canalizaciones	pág 19
1.6.4.2. Tubos protectores	pág 19
1.6.5. Receptores	pág 21
1.6.5.1. Introducción	pág 21
1.6.5.2. Receptores para alumbrado	pág 22
1.6.6. Tomas de corriente	pág 22
1.6.6.1. Introducción	pág 22
1.6.6.2. Tipos de toma de corriente	pág 22
1.6.6.3. Situación y número de tomas de corriente	pág 22
1.6.7. Interruptores y contactores	pág 23
1.6.8. Cálculos de las intensidades de línea	pág 23
1.6.9. Cálculos de los conductores de baja tensión	pág 24

1.6.10. Soluciones adoptadas	pág 26
1.6.10.1. Conductores	pág 26
1.6.10.2. Canalizaciones	pág 27
<b>1.7 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN</b>	pág 28
1.7.1 Introducción	pág 28
1.7.2. Conceptos básicos	pág 28
1.7.3 Protección de la instalación	pág 30
1.7.3.1. Protección contra sobrecargas	pág 30
1.7.3.2. Protección contra cortocircuitos	pág 31
1.7.3.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito	pág 32
1.7.3.4. Protección contra sobretensiones	pág 34
1.7.3.5. Cálculo de las impedancias	pág 36
1.7.4 Protección de las personas	pág 38
1.7.4.1 Protección contra contactos directos	pág 39
1.7.4.2 Protección contra contactos indirectos	pág 39
1.7.5 Solución adoptada	pág 40
<b>1.8 PUESTAS A TIERRA</b>	pág 41
1.8.1. Introducción	pág 41
1.8.2. Objetivo de la puesta a tierra	pág 42
1.8.3. Partes de la puesta a tierra	pág 42
1.8.3.1 El terreno	pág 43
1.8.3.2. Las tomas de tierra	pág 43
1.8.3.2.1. Electrodo	pág 43
1.8.3.2.2. Línea de enlace con tierra	pág 44
1.8.3.3. La línea principal de tierra	pág 44
1.8.3.4. Las derivaciones de las líneas principales de tierra	pág 44
1.8.3.5. Los conductores de protección	pág 44
1.8.4. Elementos a conectar a la toma de tierra	pág 44
1.8.5. Solución adoptada	pág 45
<b>1.9. POTENCIA A COMPENSAR</b>	pág 45
<b>1.10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	pág 46
1.10.1. Introducción	pág 46
1.10.2. Tipos de centro de transformación	pág 46
1.10.3. Situación	pág 47
1.10.4. Características generales del centro	pág 47
1.10.5. Descripción de la instalación	pág 47
1.10.6. Instalación eléctrica	pág 48
1.10.6.1. Introducción	pág 48
1.10.6.2. Potencia de cortocircuito	pág 48
1.10.6.3. Aparataje de media tensión	pág 48
1.10.6.4. Cuadro auxiliar de baja tensión	pág 52
1.10.7. Instalación de puesta a tierra	pág 52
1.10.8. Aislamiento	pág 53
1.10.9. Instalaciones secundarias	pág 53





1.11. SUMINISTRO COMPLEMENTARIO	pág 54
1.12. SISTEMA DE RIEGO	pág 55
1.13. RESUMÉN DEL PRESUPUESTO	pág 56

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1.1. Objeto del proyecto**

Debido al gran auge futbolístico que ha experimentado la comarca de Santesteban, se ha decidido a la construcción de un campo de fútbol con las medidas reglamentarias, de uso continuo y estable.

El objeto del presente proyecto es el diseño de la instalación eléctrica del mismo, optimizando el máximo posible los recursos energéticos de los que dispone la instalación. La instalación eléctrica constará de los siguientes puntos:

- Instalación del alumbrado del recinto de juego.
- Instalación del alumbrado interior, exterior y el de emergencia.
- Protección eléctrica de todas las líneas eléctricas.
- Cálculo del cableado para la instalación eléctrica.
- Puesta a tierra de la instalación.
- Cálculo de los sensores para la optimización de la energía en la entrada.

### **1.1.2. Situación**

El terreno donde se realizará la construcción de la instalación se encuentra en la zona sureste de la localidad de Santesteban, al final del polígono industrial de Aparán., en la calle Morgues s/n .Se sitúa entre la frontera con Legasa, tal como se muestra en el plano de situación.

### **1.1.3. Descripción de la parcela**

La parcela consta de 32.300,02 m<sup>2</sup>. De los cuales la obra se realizará en 15.427,71 m<sup>2</sup>. Esta zona, a su vez, quedará subdividida de la siguiente forma:

<b>Zona</b>	<b>Superficie ( m<sup>2</sup> )</b>
Entrada	1100
Terreno de juego	6784
Gradas	330
Almacén 1	14
Almacén 2	21
Almacén 3	10
Cafetería	83
Contadores	16
Vestuario 1	55
Vestuario 2	55
Vestuario árbitros	26

**Tabla 1**

### 1.1.4. Descripción de la actividad

La zona se construirá para la práctica de manera continuada del fútbol. Por lo tanto, se prepara el recinto para que se pueda efectuar esa práctica en las condiciones óptimas. Se realizará un campo de fútbol de césped artificial, además de las demás zonas que se consideren de utilidad para dicho fin. Tales como cafetería, almacén, gradas, vestuarios y servicios.

### 1.1.5. Suministro de energía

Iberdrola abastece de energía al polígono industrial en el que está ubicada el campo de fútbol mediante red de Media Tensión. Ésta red, proporciona una tensión alterna trifásica de 13,2 KV a una frecuencia de 50 ciclos por segundo.

## 1.2. PREVISION DE CARGAS

### 1.2.1. Procedimiento del cálculo

La previsión de cargas se realizará sumando las potencias nominales de todos los elementos eléctricos que se encuentren en la instalación. La potencia tanto de los focos del terreno de juego como de las distintas habitaciones y salas del establecimiento se realizará utilizando el programa Dialux, buscando proporcionar la cantidad adecuada de luxes.

Los demás receptores se sumarán para conocer el máximo que alcanzaría a consumir el recinto si en un hipotético e irreal caso todos los receptores eléctricos estuvieran en marcha.

Receptor	Potencia (W)
Fuerza	7350
Alumbrado interior	1990
Alumbrado gradas y terreno de juego	40580
Alumbrado de emergencia	216
Usos comunes	9315
Centro de transformación	2112
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA</b>	<b>61563</b>

Tabla 2

## **1.3. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN**

### **1.3.1. Introducción**

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:  
Primera letra: se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra:

- T = conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
- I = aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

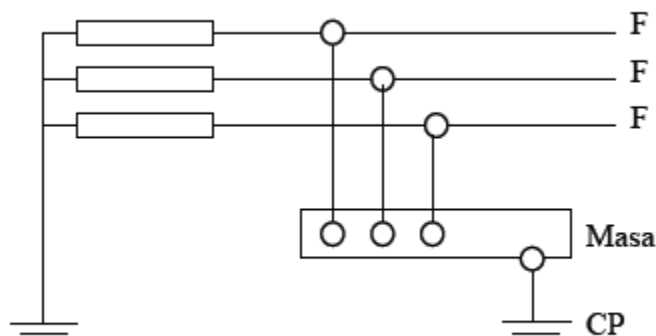
Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra:

- T = masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
- N = masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

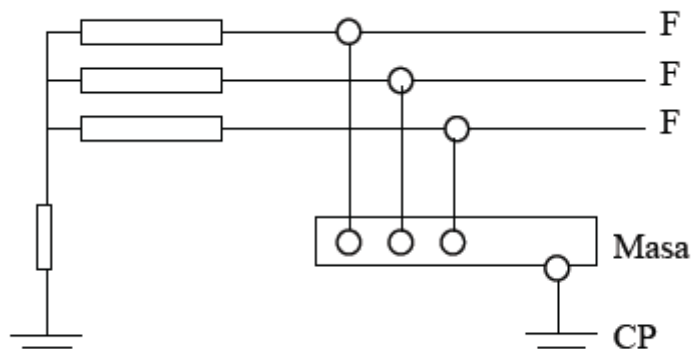
### **1.3.2. Tipos de esquema de distribución**

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro. Existen 3 tipos de esquemas de distribución, el TT el IT y el TN.

➤ Esquema TT:

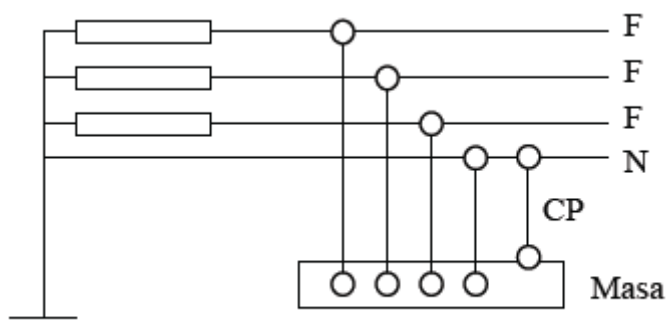


➤ Esquema IT:

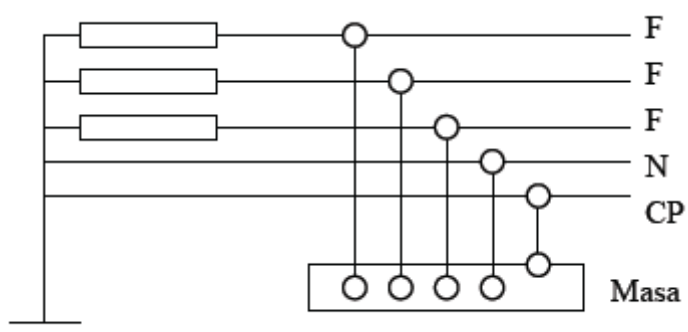


➤ Esquema TN:

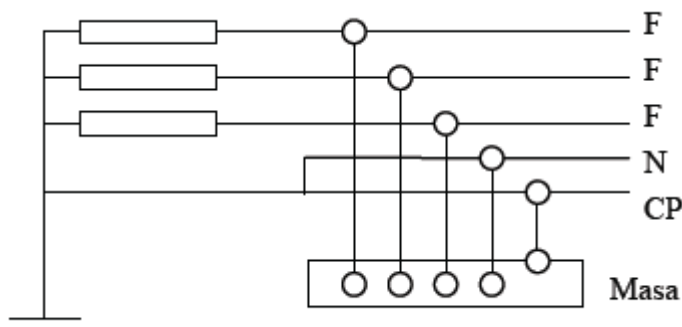
❖ TN-C:



❖ TN-S:



❖ TN-CS:



### 1.3.3. Solución adoptada para el esquema de distribución

El sistema elegido es el TT (el neutro está conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación, tal y como se indica en la ITC 08 del REBT 2002).

Con este tipo de régimen debemos colocar diferenciales para proteger la instalación ante cualquier corriente de defecto a tierra.

La solución más segura sería elegir el esquema IT, pero debido a los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación a la instalación nos hace desechar esta opción.

Por otro lado, el esquema TN se desecha, ya que, es muy parecido al TT y éste último es el más utilizado en este tipo de instalaciones. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconsejan su empleo en este tipo de instalaciones. También la ventaja del régimen TT es que la seguridad de la instalación está en función de la resistencia de utilización, la del usuario ( $R_u$ ), es decir, la podemos vigilar y controlar, la seguridad está en nuestras manos, bajo nuestra responsabilidad.

## 1.4. ILUMINACIÓN

### 1.4.1. Introducción

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz diurna es insuficiente o inexistente.

Una buena iluminación hace que la realización de las tareas visuales se hagan con una máxima de velocidad, exactitud, facilidad y comodidad y con un mínimo de esfuerzo y de fatiga.

Se trata de dotar de la iluminación adecuada a espacios cubiertos donde se desarrollen actividades laborales, deportivas y recreativas.

### 1.4.2. Alumbrado exterior

#### 1.4.2.1 Terreno de juego

Para la iluminación exterior se ha procedido a lo citado en el apartado de cálculo de la previsión de cargas. Se realizará un estudio técnico con el apoyo del programa Dialux, con el cual proyectaremos de la manera más eficiente posible los focos de la instalación del terreno de juego.

En dicho cálculo deberemos tener en cuenta los luxes mínimos para la práctica deportiva en el uso que se dará, es decir, de nivel regional. Los valores de luxes necesarios serán representados en la siguiente tabla:

<b>NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (exterior)</b>	Iluminancia horizontal E med (lux)	Uniformidad E min/E med
Competiciones internacionales y nacionales	500	0,7
Competiciones regionales, entrenamiento alto nivel	200	0,6
Competiciones locales, entrenamiento, uso escolar y recreativo	75	0,5

Tabla 3

Las luminarias estarán en unas torres para la correcta colocación de las mismas. El detalle y las medidas de las torres están descritas en el plano correspondiente.

#### 1.4.2.2. Graderío

Para el cálculo de las luminarias se llevará el mismo procedimiento que para el cálculo de luminarias interiores que veremos en el siguiente punto.

#### 1.4.2.3. Alumbrado entrada al recinto

La entrada al recinto al ser una zona donde el camino es el mismo tanto para peatones como para vehículos, se decide dotar de farolas con sensores lumínicos y de presencia.

Cada luminaria tendrá un sensor tanto de presencia como de luminosidad para que se enciendan en el momento en el que las condiciones ambientales no sean óptimas para la visualización con luz natural. De esta manera, cada farola se encenderá de manera independiente, en función de la proximidad del cuerpo que se acerque a la luminaria.

Se instalarán farolas de manera que quedé todo el camino de entrada al campo de fútbol correctamente iluminado.

### 1.4.3. Alumbrado de los interiores

Para la obtención de la tabla se ha utilizado el programa informático de cálculo Dialux. A continuación se expone el procedimiento de cálculo.

Para comenzar introducimos en el programa los siguientes datos:

- Nivel de luxes recomendados (extraídos de tablas de libros especializados) para la actividad a desarrollar.
- Dimensiones de la zona a iluminar
- Tipo de luminaria y lámpara con sus características (lúmenes, distribución de la iluminación...). Utilizamos el catálogo de INDAL.

Con estos datos el programa realiza los cálculos y propone una solución, en la cual expone el número de luxes que hay en toda la superficie de la zona a estudio a la altura del plano útil, el número de luminarias a colocar, el lugar de colocación de éstas en el plano... El programa permite hacer ajustes sobre estas cuestiones. En este caso se han elegido las luminarias y el número de éstas que aparecen en la tabla un poco más adelante y su colocación aparece detallada en los planos de iluminación.

#### **1.4.4. Alumbrado de emergencia y señalización**

Las instalaciones especiales destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen.

Se distinguen 2 tipos de alumbrado especial: de emergencia y de señalización.

- Alumbrado de señalización

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el periodo que permanezca con personas. Deberá estar alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica admitida.

Deberá proporcionar una iluminación mínima de un lux en el eje de los pasos principales. Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del mismo debe para automáticamente al segundo suministro.

Si los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

- Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil de las personas hacia el exterior. Solamente puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuentes de suministro exterior. Si esta fuente propia está



constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux. Además, en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación de emergencia será como mínimo de 5 lux. Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70% de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicadas en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán previstos de este tipo de alumbrado.

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- Los aparcamientos de más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para calcular el nivel de iluminación se considera nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos. Hay que considerar un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso por suciedad y envejecimiento de las lámparas.

Como regla practica para distribución de las luminarias de emergencia, se determina que:

- La iluminancia mínima será de 5 lux.
- El flujo luminoso mínimo será de 30 lúmenes.
- La separación mínima será de h; siendo h la altura de ubicación comprendida entre 2 y 2.5 metros.

Criterio de ubicación de las luminarias de emergencia:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.

- Cerca de los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Cerca de todos los cambios de dirección.
- Cerca de todas las intersecciones en los pasillos.
- Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- Cerca de los puestos de socorro.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

El alumbrado de emergencia se puede clasificar en función de la fuente de alimentación de las luminarias, de la siguiente manera:

- *Luminarias autónomas*: Se caracterizan porque el suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo.
- *Luminarias centralizadas*: Se caracterizan porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias.

También se pueden clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, como:

- *Luminarias permanentes*: Son luminarias alimentadas con energía eléctrica permanentemente. De manera que se efectúa al unísono un doble alumbramiento, normal y de emergencia
- *Luminarias no permanentes*: son luminarias que solo se activan cuando falla la alimentación del alumbrado normal, es decir, cuando se interrumpe o disminuye por debajo del 70% de su valor nominal.
- *Luminarias combinadas*: son luminarias que disponen de dos o más lámparas que permiten alimentar parte de ellas con energía eléctrica para el alumbrado de emergencia y la otra parte conectadas al suministro del alumbrado normal, de manera que parte de las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras hay suministro de energía eléctrica al alumbrado normal, y la otra parte solo se encienden cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal.

Justificación de los tipos de lámparas y luminarias empleadas:

En el mercado actual existen aparatos que proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que se utilizará en este proyecto.

En concreto, se utilizarán luminarias de la marca INDAL, filial de PHILIPS. Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados, autonomía, potencia de las lámparas, índices de protección y tipo de acumuladores de carga. Las características principales de estas lámparas se pueden consultar en el catálogo del fabricante.

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local donde se vayan a instalar.

Así, en el área de cafetería, vestuarios y almacenes se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,80 metros.

A continuación se detalla el número de luminarias de emergencia, así como la marca y el modelo escogido:

Zona	Nº luminarias	Luminaria
<b>Vestuarios 1</b>	8	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D 36 W
	2	INDAL Z2070111 2200 25 W
<b>Vestuarios 2</b>	8	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D 36 W
	2	INDAL Z2070111 2200 25 W
<b>Vestuario árbitros</b>	2	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D 36 W
	2	INDAL Z2062102B 3000+V-300 150 W
	2	INDAL Z2082301 4010 20 W
	3	INDAL Z2111101 22018 18 W
<b>Almacén 1</b>	2	INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W
<b>Almacén 2</b>	2	INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W
<b>Almacén 3</b>	2	INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W
<b>Contadores</b>	4	INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W
<b>Cafetería</b>	9	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL 28 W
	1	INDAL L_352IETd2M1 352-IET-D 36 W
	4	INDAL Z2070111 2200 25 W
	4	INDAL Z20802301 4010 25 W

Tabla 4

Zona	Nº luminarias	Luminaria
Terreno de juego	20	INDAL 2080102s IZM-2 2000 W
Gradas	10	INDAL L651FLMX_58Fa1 651-FLMX 58 W

Tabla 5

Nº luminarias	Luminaria
3	HYDRA N2 + KETB HYDRA 8 W
3	HYDRA N5 + KETB HYDRA 8 W
12	HYDRA N5 + KES HYDRA 8 W
9	HYDRA N2 + KES HYDRA 8 W

Tabla 6

#### 1.4.5. Accionamiento de las luminarias

Para el accionamiento de las luminarias se dispondrá de pulsadores con realimentación como se detalla en el esquema de mando en el apartado Planos.

### 1.5. NORMATIVA

- Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular. Producción, conservación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.
- Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.
- Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.

**Nota:** en virtud de este artículo se detallará la normativa a cerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.

- Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible.

El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.

- b) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.
- c) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión.
- d) Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

## **1.6. DISTRIBUCION INTERIOR DE LA INSTALACION**

### **1.6.1. Introducción**

El cálculo de las secciones de los conductores tiene por objeto determinar las dimensiones de los cables que transportan la corriente, teniendo en cuenta factores como los esfuerzos térmicos y las caídas de tensión.

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en nuestro caso desde el punto de conexión con la Caja General de Protección hasta los aparatos receptores.

Vamos a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, que como es de baja tensión, han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Emplearemos por lo tanto corriente alterna trifásica 400 / 230 V. Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### **1.6.2. Factores para el cálculo de los conductores**

#### **1.6.2.1. Calentamiento**

Teniendo en cuenta el efecto descubierto por Joule, si por un conductor cuya resistencia  $R$  circula una corriente  $I$  se eleva su temperatura de forma directamente proporcional al cuadrado de la corriente, por lo que, si la corriente es elevada, la temperatura del conductor aumentará llegando a deteriorar los aislantes y/o cubierta de los conductores pudiendo de este modo llegar a provocar cortocircuitos y destruir la propia instalación, poniendo en riesgo la seguridad de las personas.

Para cada sección de los conductores, existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes señalados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores se regularan en función de las condiciones técnicas de las líneas de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes al RBT.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable. Complementado a esas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección a esa intensidad admisible, que dependen de la temperatura ambiente, del tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto, cuando las condiciones reales de la instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en las ITC-06 e ITC-07 del RBT.

#### 1.6.2.2. Caída de tensión y pérdida de potencia

Una vez calculada la sección de acuerdo con la intensidad que ha de circular. Hay que calcularla también con el criterio de caída de tensión, para asegurarnos de que la caída de tensión producida en el conductor es menor del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para fuerza. Teniendo en cuenta la ramificación que lleva a cabo la línea. Se utilizarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que tengamos:

➤ Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_n \cdot \cos\varphi}{U \cdot C}$$

➤ Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos\varphi}{U \cdot C}$$

Siendo:

- U: caída de tensión en voltios.
- L: longitud de la línea en metros.
- $I_n$ : intensidad nominal de la línea en amperios.
- $\cos\varphi$ : factor de potencia.
- C: conductividad del material del conductor.
- S: sección del cable en mm<sup>2</sup>.

Una vez obtenida la sección por ambos métodos (criterio térmico y criterio de caída de tensión), se elegirá la mayor sección de las dos. Teniendo en cuenta que alguna

de estas secciones pueden verse modificadas al calcularse  $t_{micc}$  en el correspondiente capítulo.

### 1.6.3. Prescripciones generales

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar las tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

#### 1.6.3.1. Naturaleza de los conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-20.

#### 1.6.3.2. Conductores de protección

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$
<ul style="list-style-type: none"><li>- Con un mínimo de 2,5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.</li><li>- Con un mínimo de 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</li></ul>	

Tabla 7

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm<sup>2</sup>, se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm<sup>2</sup>.

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.



Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de al menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

#### **1.6.4. Sistemas de canalización**

##### **1.6.4.1. Canalizaciones**

Existen varios sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados etc.

##### **1.6.4.2. Tubos protectores**

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que se tengan, tales como; tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvos, tubos aislantes flexibles normales, tubo de PVC rígido, etc.

Los tubos deberían poder soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70 °C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la ITC-21 del RBT

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones generales:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.



- Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y haber sido fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre si más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojaran normalmente en los tubos después de colocados estos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizaran en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama .Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre si de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijaran a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre estas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocaran adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales danos mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedaran accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente, el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuanto todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Para el cálculo del diámetro y distribución de los tubos protectores utilizados para distribuir las líneas a lo largo de la instalación, tendremos en cuenta todo lo expuesto anteriormente, así como, todo lo expuesto en la ITC-21 del RBT.

## **1.6.5. Receptores**

### **1.6.5.1. Introducción**

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

#### **1.6.5.2. Receptores para alumbrado**

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

- Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.
- Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

#### **1.6.6. Tomas de corriente**

##### **1.6.6.1. Introducción**

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315.

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315.

##### **1.6.6.2. Tipos de toma de corriente**

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán monofásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T).

##### **1.6.6.3. Situación y número de tomas de corriente**

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20 cm en todas las zonas cumpliendo así lo establecido en la ITC-BT-27.

- ❖ Vestuario jugadores 1  
2 tomas de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T).
- ❖ Vestuario jugadores 2  
2 tomas de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T).

- ❖ Vestuario árbitros  
4 tomas de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T).
- ❖ Almacén 1  
1 toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T).
- ❖ Almacén 2  
1 toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T).
- ❖ Almacén 3  
1 toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T).
- ❖ Cafetería  
4 tomas de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T).
- ❖ Cuarto de mando  
1 toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T).

#### 1.6.7. Interruptores y contactores

Los interruptores escogidos en el presente proyecto y los cuales se utilizan para el encendido y apagado del alumbrado de las distintas zonas del terreno de juego exceptuando los focos del terreno de juego. La situación de estos viene detallada en el plano correspondiente.

#### 1.6.8. Cálculos de las intensidades de línea

Los cálculos son básicamente iguales para todas las líneas, por lo tanto se indica el proceso y posteriormente se especifica los cables seleccionados. Los pasos a seguir son los siguientes:

1) Se necesitan los siguientes datos de partida:

- Previsión de potencia de los receptores
- Tipo de receptor (monofásico o trifásico)
- Factor de potencia de los receptores
- Longitud de las líneas
- Tensión de las líneas

2) En primer lugar se calcula la intensidad de cada receptor:

- Monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

- Trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

I: intensidad en A.

P: previsión de potencia del receptor en W.

V: tensión de la línea que le suministra en V. En este caso 230/400V.

Cos  $\varphi$ : factor de potencia del receptor.

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplicará por 1,25. Y en el caso de que una línea alimente a varios motores, la línea se dimensionará para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga, se calculará para una carga total de 1,8 veces la potencia nominal considerando un  $\cos \varphi = 0,9$ .

Otro elemento a tener en cuenta será el factor de corrección, que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma.

Por tanto, cuando las condiciones reales de la instalación sean distintas a las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección recogidos en la ITC- 07 del RBT.

Por tanto, para calcular la intensidad definitiva, ésta se multiplicará por 1,25 o por 1,8 dependiendo si los receptores son motores o lámparas de descarga, y además, se dividirá por el factor de corrección correspondiente.

### **1.6.9. Cálculos de los conductores de baja tensión**

Una vez conocida la intensidad de cada receptor hay que seleccionar la línea que va a alimentar a cada uno de ellos.

Se distribuirán de forma que la potencia suministrada por cada uno de los receptores quede repartida equitativamente en todas las líneas, los receptores alimentados por la misma línea estén cercanos entre sí, y agrupando receptores del mismo tipo. No es conveniente alimentar por ejemplo la iluminación de la zona de oficinas con la misma línea que alimenta algún tipo de maquinaria, ya que puede provocar picos de corriente y/o huecos de tensión que pueden llegar a causar problemas en los sistemas informáticos.

La distribución de las líneas y de los cuadros aparece reflejada en los planos.

Elegimos el tipo de conductor a utilizar y por donde lo vamos a llevar, es decir, los siguientes condicionantes:

- Material del conductor (Aluminio o cobre)
- Tipo de instalación (bajo tubo, al aire, canaleta, bandeja, empotrados...)
- Material aislante (PVC, XLPE)
- Tipo de cable (unipolar, multiconductor)

Tras haber tomado las pertinentes decisiones se calculan las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios, ya mencionados en este mismo apartado de la memoria.

- Criterio térmico:

Se basa en el calentamiento del conductor. Consiste en limitar la densidad de corriente de tal manera que éste no adquiera una temperatura excesiva y acabe quemándose. A través de este criterio obtenemos la I<sub>max</sub> admisible del conductor.

En función de las opciones escogidas anteriormente, se halla la sección necesaria a partir de las tablas recogidas por el RBT; ITC-07, líneas subterráneas e ITC-19, instalaciones interiores.

En este proyecto todas las líneas escogidas son cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

En el apartado de cálculo viene detallada la canalización de cada línea.

- Criterio de caída de tensión:

Se basa en la caída de tensión que se produce desde el punto de suministro de la línea hasta el último punto de carga. Para ellos tendremos que tener en cuenta la caída de tensión máxima permitida por el RBT.

Teniendo en cuenta las condiciones que viene recogidas en el RBT según la ITC-BT-19, las máximas caídas de tensión admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos.

Por tanto habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores. Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión, tal y como se ha explicado anteriormente.

- Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

- Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

Siendo:

U: caída de tensión en voltios

L: longitud de la línea en metros

I<sub>n</sub>: intensidad nominal de la línea en amperios

Cos  $\varphi$ : factor de potencia

C: conductividad del material del conductor (56 para el cobre)

S: sección del cable en  $\text{mm}^2$

Una vez calculada la sección de la línea por ambos métodos, se escogerá como resultado la mayor.

Para terminar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo las tablas de la ITC-BT-07 u otras ITC correspondientes. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, en el documento cálculos.

## 1.6.10. Soluciones adoptadas

### 1.6.10.1. Conductores

- ✓ Tensión de servicio: 400 V.  
Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)  
Se eligen conductores Unipolares 3x70/35 $\text{mm}^2$ Al  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al  
Diámetro exterior tubo: 125 mm.  
Temperatura cable ( $^{\circ}\text{C}$ ): 79.31
- ✓ Tensión de servicio: 400 V.  
Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra  
Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50 $\text{mm}^2$ Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
Diámetro exterior tubo: 140 mm.  
Temperatura cable ( $^{\circ}\text{C}$ ): 72.64

Tendrán sección suficiente para las caídas de tensión determinadas por el RBT y las intensidades admisibles por los conductores en todos los casos, siempre serán superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento Cálculos del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades admisibles como a caídas de tensión.

#### **1.6.10.2. Canalizaciones**

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirá en las siguientes partes desarrolladas a continuación:

- Acometida:

La acometida partirá desde el punto de conexión con la red existente hasta el cuadro general de distribución, situado a 30 metros. Irá enterrado a 0.7 m de profundidad. Se realizará una zanja de 40x70cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por tres conductores unipolares de 70 mm<sup>2</sup> y el neutro por tres cables unipolares de 35mm<sup>2</sup>. Los cables de cada fase irán dispuestos en trébol y separada cada terna de cables 2 veces el diámetro del conductor unipolar como mínimo. El diámetro del tubo de la acometida será de 125 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R, de resistencia de aplastamiento 450 N.

- Línea general de alimentación:

La línea general de alimentación partirá desde el armario eléctrico del centro de transformación hasta el cuadro general de distribución, situado a 25 metros. Irá enterrado a 0.7 m de profundidad. Se realizará una zanja de 40x70cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por tres conductores unipolares de 70 mm<sup>2</sup> y el neutro por tres cables unipolares de 35mm<sup>2</sup>. Los cables de cada fase irán dispuestos en trébol y separada cada terna de cables 2 veces el diámetro del conductor unipolar como mínimo. El diámetro del tubo de la acometida será de 125 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R, de resistencia de aplastamiento 450 N.

- Canalización general:

La canalización general de la instalación se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado de 200 mm de ancho y 35 mm de alto. Se llevará canalizado desde el CGD a los diferentes cuadros auxiliares de la empresa. Cuando las líneas lleguen a donde están situados los cuadros auxiliares, se bajarán mediante tubos metálicos. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la instalación, a una altura de 3 metros.



- Derivaciones:

Para la alimentación de tanto los focos del campo de fútbol como de las gradas se realizará bajo tierra a 20 cm.

## **1.7. PROTECCIONES EN BAJA TENSION**

### **1.7.1. Introducción**

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

Existen muchos tipos de protecciones que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia. En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las ITC-BT-22, ITC-BT-23 e ITC-BT-24, debemos considerar las siguientes protecciones:

☐ ☐ Protección de la instalación:

- Contra sobrecargas.
- Contra cortocircuitos.

☐ ☐ Protección de las personas:

- Contra contactos directos.
- Contra contactos indirectos.

### **1.7.2. Conceptos básicos**

Para la realización de la protección de la nave se han de tener en cuenta una serie de conceptos básicos:

- **Interruptor diferencial**: es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por la falta de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos. Dicho interruptor provocará la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.
- **Conductor eléctrico**: se dice que un cuerpo es conductor eléctrico cuando puesto en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente suelen ser hilos de cobre.

- **Interruptor automático:** es un aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales, así como de establecer y soportar durante un tiempo corrientes de cortocircuito.

El interruptor automático consta de:

1. Cámara de extinción: absorbe el arco que se produce al abrir y cerrar los contactos
2. Mecanismo de apertura y cierre: lo que hace es abrir y cerrar el contacto.
3. Disparadores: es el que manda abrir este mecanismo de apertura: Hay de dos tipos.

a) Disparadores primarios:

- Térmicos: Verifica si se produce una sobrecarga
- Electromagnéticos: para verificar cortocircuitos. A partir de 125 A el disparador es regulable.

b) Disparador secundario: Siempre está conectado a un contacto auxiliar que está alimentado a una fuente de alimentación. Este disparador también se puede utilizar para el rearme de automático, determinada condición que nosotros hayamos impuesto.

- **Interruptor magnetotérmico:** Es un pequeño interruptor automático. Tiene las mismas partes que un interruptor automático excepto que no tienen disparadores secundarios. Además tampoco son regulables. Es el elemento responsable del corte de la corriente con el fin de protegernos. Es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Para su funcionamiento, los interruptores magnetotérmicos aprovechan dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica por un circuito, el magnético y el térmico. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va a hacia la carga.

- **Fusibles:** Es un aparato de conexión que provoca la apertura del circuito por fusión debido al calentamiento de uno o varios elementos destinados a ese fin.

Tiene 2 componentes:

1. Portafusiles es la parte fija donde se coloca el fusible
2. Fusible: está formado por un cartucho aislante donde en su interior está el conductor, la parte metálica donde se va a fundir. Luego también tiene dentro aire en vacío. La característica del fusible es que tiene un alto poder de corte (hasta 100 KA) y tiene el inconveniente de que no se puede rearmar.

### 1.7.3. Protección de la instalación

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosas, así como para limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. La selectividad es la coordinación de dispositivos de corte automático para que un defecto, producido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él. La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. La selectividad es importante en todas las instalaciones para el confort de los usuarios, pero fundamentalmente solo se encuentra en las instalaciones que alimentan los procesos industriales de fabricación. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Una instalación no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

- Imperativos de producción no respetados.
- Obligación de volver a realizar los procesos de arranque para cada una de las máquinas herramientas, como consecuencia de una pérdida de alimentación general.
- Paros de motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de humos, etc.

Se entiende por tiempo de escalonamiento al intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

#### 1.7.3.1. Protección contra sobrecargas

Se denomina sobrecarga al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve. Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad. La consecuencia más directa de la sobrecarga es una elevación de la temperatura, que por otra parte, es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente. Las protecciones que se utilizan para sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, es decir, basada en la medición directa o indirecta de la

temperatura del objeto que se va a proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Debe instalarse un dispositivo que asegura la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación...

Según la ITC-BT-22, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omipolar con curva térmica de corte.

### **1.7.3.2. Protección contra cortocircuitos**

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia cuando entran en contacto entre sí o con tierra conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces al valor máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración éste. Dicha corriente transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente.

Un cortocircuito tiene las siguientes características:

- Su duración: auto extingible, transitorio, permanente.
- Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales) debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una máquina o un cuadro eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80% de los casos), bifásicos (el 15% de los casos, que suelen degenerar en trifásicos) y trifásicos de origen (el 5% de los casos).

El RBT admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos, cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo

general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

- 1) Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en el que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale otro dispositivo con el poder de ruptura necesario.
- 2) El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

Un cortocircuito puede tener diferentes consecuencias dependiendo de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede:

- Degradar los aislantes
- Fundir los conductores
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

Según el circuito afectado, pueden presentarse:

- Sobreesfuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.

Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-22, del RBT.

### 1.7.3.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para el diseño de una instalación y poder elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

- **Corriente de cortocircuito máxima:**

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de

cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima tendremos en cuenta todo lo que hay aguas arriba del interruptor automático a calcular.

Dicha corriente se calculará mediante las siguientes expresiones, en función de si es un cortocircuito tetrapolar o bipolar:

$$I_{cc\max} = \frac{Un \cdot C}{\sqrt{3} \cdot Zd} \qquad I_{cc\max} = \frac{Un \cdot C}{2 \cdot Zd}$$

Donde:

Iccmax: corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

Un: tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Zd: impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en  $\Omega$ .

Una vez se ha calculado la corriente de cortocircuito máxima, se obtiene el poder de corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$PdC \geq Iccmax$$

Siendo el PdC el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos que escogeremos.

- **Corriente de cortocircuito mínima:**

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuito con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro)

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuitos.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc\min} = \frac{\sqrt{3} \cdot C \cdot U_n}{|2Z_d + Z_o|}$$

Donde:

I<sub>cc</sub>: corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400V es de 0,95.

U<sub>n</sub>: tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z<sub>d</sub>: impedancia directa en Ω, teniendo en cuenta que la temperatura de cortocircuito es de 250 °C.

Z<sub>o</sub>: impedancia homopolar en Ω.

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acotará del siguiente modo:

$$I_{cal} < I_{nom} < I_{adm}$$

Donde:

I<sub>cal</sub>: es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{cal} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

I<sub>adm</sub>: es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-BT-19.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga teniendo en cuenta los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, de forma que la I<sub>ccmin</sub> sea mayor o igual que la corriente de magnetización, siendo esta corriente para cada curva:

Curva B: I<sub>mag</sub> = 5I<sub>n</sub>

Curva C: I<sub>mag</sub> = 10I<sub>n</sub>

Curva D: I<sub>mag</sub> = 20I<sub>n</sub>

#### 1.7.3.4. Protección contra sobretensiones

Se conoce por sobretensión una onda o impulso de tensión que supere el valor nominal de la tensión de servicio. Este fenómeno puede variar según la duración y el valor que tome.

Existen cuatro tipos de sobretensiones que pueden afectar a las cargas y a las instalaciones eléctricas:

- ✓ Sobretensiones de origen atmosférico: Son las de menor duración (varios microsegundos), y normalmente llevan asociadas picos de tensión varias veces superior al máximo de la red. Las descargas de rayos en el sistema o en las proximidades del mismo suelen provocar la aparición de sobretensiones atmosféricas.
- ✓ Sobretensiones de funcionamiento o maniobra: Sobretensiones de corta duración (varios milisegundos), fuertemente amortiguadas, y cuya frecuencia oscila entre 2 y 10 kHz. Las maniobras con la aparamenta de la red pueden producir estas sobretensiones, aunque en ocasiones también pueden aparecer, transitoriamente, por cortocircuitos en el sistema de potencia.
- ✓ Sobretensiones de transitorios de frecuencia industrial: Sobretensión a frecuencia industrial de duración relativamente larga (hasta varios segundos), que pueden estar originadas por faltas (cortocircuitos), maniobras tales como, pérdidas de carga, condiciones de resonancia, condiciones no lineales (ferroresonancia), ó por combinación de éstas. Gran influencia la situación del neutro del sistema respecto a tierra (coeficiente de puesta a tierra).
- ✓ Sobretensiones producidas por descargas electrostáticas: El frotamiento de dos materiales diferentes provoca el acercamiento de electrones sobre los átomos cercanos al punto de contacto. Si los materiales son conductores, los electrones circularán libremente al interior de los cuerpos en contacto combinándose con las cargas positivas (esta combinación es a veces imposible, como en el caso de materiales aislantes, o cuando las masas metálicas están aisladas de todo circuito de tierra o de retorno). Existirá, por lo tanto, una acumulación de cargas negativas en un cuerpo y de positivas sobre el otro en el momento de la separación. Este fenómeno, al ser acumulativo, puede provocar la constitución de cargas electrostáticas de valores importantes.

Es por ello que hay que preparar la instalación eléctrica para prevenir este tipo de amenaza eléctrica, tal y como indica la UNE 50550.

Por un lado las torres de alumbrado exterior estarán dotadas con pararrayos equipados de serie.

Por otro lado, para proteger la instalación interior, se equipará a la instalación de un relé de protección para sobretensiones que se ubicarán en el cuadro de protección principal.



El rele tiene las siguientes características:

- Descarga actual máxima  $I_{max}$ :
  - Pico faradio rápido: 10kA
  - Pico faradio: 8kA, 20kA, 40kA, 65kA
- Número de poste:
  - Pico faradio rápido: 1P+N, 3P+N
  - Pico faradio: 1P, 1P+N, 2P, 3P, 3P+N, 4P
- La protección en  $I_{max}$  sobra:
  - Pico faradio rápido: por el disyuntor incorporado de la desconexión
  - Pico faradio: por el disyuntor externo de la desconexión (curva de C, 20 al disyuntor 50A)
- Desconexión térmica incorporando finales de vía
- Disposición de la conexión a tierra: TT, TN-S, TN-C
- Coordinación y selectividad con la versión selectiva, tipo protección del "si" de la salida de la tierra
- Built-in local e información alejada (versión de "r") del estado del funcionamiento.
- Conformidad con estándares: Prueba de la clase 2 del IEC 61643-1, tipo del EN 61643-11 - 2

#### 1.7.3.5. Cálculo de las impedancias

- **Impedancia directa ( $Z_d$ ):**

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia  $Z$  compuesta de:

- Un elemento resistivo puro  $R$ .
- Un elemento inductivo puro  $X$ , llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de  $R$  y de  $X$ . Después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut}$$

- **Impedancia de la línea MT/AT ( $Z_a$ )**

La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (500MVA). Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = \frac{U_{s2}}{S_{cc}}$$

Donde:

$U_s$ : tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

$S_{cc}$ : potencia de cortocircuito en VA.

$Z_a$ : impedancia aguas arriba del defecto en  $j \Omega$ . Es totalmente inductiva.

- **Impedancia del transformador de distribución ( $Z_T$ )**

Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_T = X = U_{s_2} \cdot \frac{U_{cc}}{S}$$

Donde:

$U_s$ : tensión en vacío entre fases en voltios

$U_{cc}$ : tensión de cortocircuito en % (5%)

$S$ : potencia aparente en VA del transformador (1000 KVA)

$Z_T$ : impedancia o reactancia al secundario en  $j \Omega$ .

La resistencia y la reactancia, tanto del transformador como del aparellaje de alta tensión lo podemos considerar despreciable, con el motivo de ahorrar cálculos prácticamente innecesarios.

- **Impedancia de los conductores ( $Z_L$ )**

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Donde:

$R$ : resistencia del conductor en  $\Omega$ .

$\rho$ : resistividad del material, la resistividad de un conductor de cobre a 20°C es de 0,011724  $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ .

$L$ : longitud del conductor

$S$ : sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a 150 mm<sup>2</sup> se desprecia la reactancia de la línea.

- **Impedancia de los automatismos ( $Z_{aut}$ )**

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de 0,15  $j \text{ m}\Omega$ .

$$Z_{aut} = X_{aut} = n^\circ \text{ de automatismos} * 0,15 \text{ } j \text{ m}\Omega.$$

En el  $n^\circ$  de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole como diferenciales, relés, fusibles...

- **Impedancia directa nueva ( $Z_{dnueva}$ )**

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la  $Z_d$  de la línea

más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo.

Otra novedad es que para calcular la nueva  $Z_L$ , hay que calcularlo a temperatura de cortocircuito ( $250^\circ\text{C}$ ). Para ellos se hace la siguiente transposición:

$$Z_{L250^\circ} = Z_{L20^\circ} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Donde:

$$\alpha : 4 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta T: 250^\circ - 20^\circ = 230^\circ$$

Por tanto:

$$Z_{\text{nueva}} = Z_a + Z_T + Z_{L250^\circ} + Z_{\text{aut}}$$

- **Impedancia homopolar**

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea:

$$Z_o = Z_{a0} + Z_{T0} + Z_{L0} + Z_{\text{auto}}$$

Donde:

$$Z_{a0} = 0$$

$$Z_{T0} = Z_T$$

$$Z_{L0} = 3 \times Z_{L250^\circ}$$

$$Z_{\text{auto}} = 3 \times Z_{\text{aut}}$$

#### 1.7.4 Protección de las personas

Siempre que existan entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor que los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas puede producir:

- Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento...
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina..., que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

El RBT fija según la ITC-BT-24 estos valores:

- 24 V para locales o emplazamientos húmedos
- 50 V en los demás casos.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

#### **1.7.4.1 Protección contra contactos directos**

Para asegurar una protección eficaz ante los contactos directos que se puedan producir es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.
- Interposición de obstáculos (Ej. Armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), con ellos se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (Ej. Aislamiento de cables, portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el último apartado, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

#### **1.7.4.2 Protección contra contactos indirectos**

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución, siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_A < U$$

Siendo:

$R_A$  = suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

$I_A$  = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

$U$  = tensión de contacto límite convencional.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del diferencial que debe utilizarse en cada caso viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

- En locales secos:  $R \leq (50/I_s)$
- En locales húmedos o mojados:  $R \leq (24/I_s)$

Siendo  $I_s$  la sensibilidad en mA.

### 1.7.5 Solución adoptada

En el cuadro general de distribución se ha de colocar un interruptor automático de cabecera. La bomba del regadío, al tener una alimentación trifásica, será conectada directamente a esta red. Mientras tanto, las demás instalaciones se dividirán en alumbrado para los focos, alumbrado interior y tomas de corriente. Se colocan de esta manera con el fin de que hubiese algún fallo imprevisto (contacto indirecto), no nos quedemos sin suministro en toda la instalación.

En los cuadros auxiliares se ha de colocar un interruptor automático y otro diferencial para la protección de cada una de las líneas que alimentan. Para la protección de las tomas de corriente se ha de colocar un interruptor automático y otro diferencial para proteger a la toma de corriente monofásicas. En el caso de los aparatos de alumbrado irán protegidos con un interruptor automático cada una de las distintas agrupaciones de aparatos existentes, además de un diferencial para cubrir posibles desperfectos en las líneas y quedando un sistema trifásico totalmente equilibrado.

La distribución de las distintas protecciones estará representada en los planos de los esquemas unifilares.

Los elementos de protección utilizados son de la marca Merlin Gerin. Para su elección se tendrá en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo. Partiendo de un retardo de 0 ms en los diferenciales situados más abajo en las líneas, se dotarán a los situados aguas arriba por encima de estos de un retraso de 30-60 ms. Se incrementará el retraso en esta misma cantidad para los diferenciales situados por encima de los anteriores y así progresivamente hasta los diferenciales de cabecera de la línea.

## **1.8 PUESTAS A TIERRA**

### **1.8.1 Introducción**

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera y la relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la ITC-BT 18.

- Locales húmedos 24 voltios.
- Locales secos 50 voltios.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto a las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

### **1.8.2 Objetivo de la puesta a tierra**

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o las de descarga de origen atmosférico.

La instalación a tierra manda a tierra toda corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas
- La protección de las instalaciones
- La protección de equipos sensibles
- Un potencial de referencia.

Para ellos es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura...) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

### **1.8.3. Partes de la puesta a tierra**

#### **1.8.3.1 El terreno**

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico. Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tiene una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los que la tienen muy alta, se oponen al paso de corriente. La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno. La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida
- Porosidad
- Salinidad
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida
- Temperatura
- Textura

### **1.8.3.2 Las tomas de tierra**

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

#### **1.8.3.2.1 Electrodo**

Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste, de la corriente de defecto que pueda presentarse a la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Los electrodos estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno. Por ellos, se suelen usar materiales tales como el cobre, el acero galvanizado y el hierro zincado.

Según su estructura, los electrodos pueden ser:

- Placas: Serán de cobre o hierro zincado. En caso de ser necesarias varias placas, estas se colocarán separadas una distancia de 3 metros.
- Picas: Pueden estar formadas por tubos de acero zincado de 60 mm de diámetro mínimo, o de cobre de 14 mm de diámetro, y con unas longitudes nunca inferiores a 2 metros. En el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será, al menos, igual a la longitud.
- Conductores enterrados: Se usarán cables de cobre desnudo de al menos 35  $mm^2$  de sección, o cables de acero galvanizado de un mínimo de 2,5mm de diámetro. Estos electrodos deberán enterrarse horizontalmente a una profundidad no inferior a 50 cm.
- Mallas metálicas: Formadas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre sí y situados bajo tierra.

En todos los casos, la sección del electrodo debe ser tal que ofrezca menor resistencia que la del conductor de las líneas principales de tierra. La resistencia del electrodo depende de su forma, de sus dimensiones y de la resistividad del terreno. Las fórmulas que se deben utilizar para calcular dicha resistencia vienen recogidas en la ITC-BT-18.



### **1.8.3.2 Línea de enlace con tierra**

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra, desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm<sup>2</sup> de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

### **1.8.3.3 La línea principal de tierra**

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm<sup>2</sup> de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

### **1.8.3.4 Las derivaciones de las líneas principales de tierra**

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionado viene en la ITC-BT-18.

### **1.8.3.5 Los conductores de protección**

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionado de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT-19.

## **1.8.4 Elementos a conectar a la toma de tierra**

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, se deberá conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja general de Protección (No obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas
- Toda masa o elemento metálico significativo
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

### **1.8.5 Solución adoptada**

El electrodo de puesta a tierra está formado por un conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 m. El conductor abarca todo el perímetro del recinto en el que se encuentren los cuadros secundarios, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud.

El número total de picas será 3, y toda la red estará unida en mallazo metálico de cimentación y a los pilares metálicos. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas y de las conexiones al anillo de cobre desnudo.

El anillo de puesta a tierra se conectará al borne principal de tierra del cuadro general a través de una caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra situada junto al cuadro, desde donde partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Los conductores de tierra se distinguen fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

## **1.9. POTENCIA A COMPENSAR**

La energía reactiva, es necesaria para la creación de los campos magnéticos en el funcionamiento de ciertos receptores. Las compañías distribuidoras penalizan el consumo de energía reactiva, ya que las líneas de distribución tienen que transportarla.

Se ha de compensar para evitar que el cliente pague una energía que no le aporta ningún trabajo útil. Para compensarla se instalan baterías de condensadores entre la fuente y los receptores, los cuales reducen la energía reactiva de carácter inductivo mediante energía reactiva de carácter capacitiva. Esta compensación de energía reactiva ofrece varias ventajas como evitar recargos en la factura eléctrica, disminuir las pérdidas de energía activa en los conductores, tener una mayor potencia disponible en los secundarios de los transformadores y reducir la caída de tensión.

Para eliminar la energía reactiva que genera el sistema se ha idea la instalación de un condensador en la acometida. Aunque no es la solución idónea, sí que es aceptable dado que elimina en gran medida la energía reactiva y es una solución más económica que las demás.

Las otras soluciones consistirían en insertar condensadores en cada línea o cada receptor encareciendo el coste de la instalación.

La batería de condensadores que se instalará será la siguiente:

**43 KVA<sub>r</sub> (con escalones 7,5x15) serie OPTIM tipo OPTIM 4-52,5-440 código R3J204 400 V.**

Características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP 21.
- Condensador tipo conjunto CEUB
- Auto transformador 400/230 V, integrado.
- Posición del equipo: Vertical.
- Material envolvente: Chapa.
- Tipo de montaje: Mural.
- Fusibles con alto poder de corte (APR) tipo NH-00.
- Tolerancias sobre la capacidad: -5%,+10%
- Regulador de energía: Computer MAX con indicación digital.
- Basado en normas IEC 60831-1, UNE 60831-1, IEC 61921, IEC 60439, IEC 61439.

## **1.10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **1.10.1. Introducción**

La alimentación de esta instalación eléctrica se realizara mediante un centro de transformación propio, situado en un local solo destinado a ese fin.

Al centro de transformación le llegará la red de media tensión a 13,2 KV. El transformador que se colocará será uno de S = 160 KVA.

### **1.10.2. Tipos de centro de transformación**

#### **a) De red pública:**

En el caso de tener que alimentar a varios abonados en baja tensión, la empresa distribuidora se encargará de instalar un centro de transformación para abastecer las necesidades energéticas del conjunto de abonados. Por tanto, el centro de transformación es propiedad de la empresa suministradora. Esta se encargará de su explotación, mantenimiento y se responsabilizará de su correcto funcionamiento.

#### **b) De abonado:**

Cuándo se supera una determinada potencia, existe la posibilidad de contratar el suministro de energía en media tensión. En este caso, el abonado deberá instalar su

propio dentro de transformación y se encargará de su debida explotación y mantenimiento. Esta opción cuenta con una serie de ventajas a tener en cuenta.:

- ✓ Independencia
- ✓ Posibilidad de elección del neutro de baja tensión más favorable.
- ✓ Uniformidad en la tensión de red.

### **1.10.3. Situación**

El centro de transformación está ubicado en un edificio prefabricado situado en la parte lateral de los vestuarios, tal como muestra el plano correspondiente, destinado exclusivamente a su uso. El acceso al CT se hará mediante dos puertas frontales que se han construido en dicho edificio prefabricado.

### **1.10.4. Características generales del centro**

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo exterior, y dadas las características de ubicación de la parcela en la que se emplaza la instalación, la empresa suministradora, clasifica el centro de transformación objeto de estudio como centro de transformación de abonado. Será necesaria una caseta o edificio prefabricado de obra civil.

El centro de transformación será prefabricado de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-5, empleando para su aparillaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según la norma UNE-20.099-90 de la marca ORMAZABAL.

La acometida al mismo será aérea, alimentando al centro mediante una red de MT, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13,2 KV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Iberdrola.

Estos serán los compartimientos diferenciados:

- ✓ Compartimiento de aparillaje.
- ✓ Compartimiento de juego de barras.
- ✓ Compartimiento de conexión de cables.
- ✓ Compartimiento de mando.
- ✓ Compartimiento de control.

### **1.10.5. Descripción de la instalación**

#### **✓ Local**

El centro de transformación se encuentra en una caseta independiente destinada a ese fin. La caseta será prefabricada y...

El acceso a la caseta estará autorizado al personal de compañía eléctrica y al personal de mantenimiento. Se dispondrá de dos puertas, una peatonal y otra para el centro de transformación.

Los tipos generales de celdas empleadas en este proyecto son sistema CGM: celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparallaje fijo que utiliza el hexafloruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-20.099-90.

### **1.10.6. Instalación eléctrica**

#### **1.10.6.1. Introducción**

El centro de transformación se compone por una serie de celdas, un transformador y un cuadro de baja tensión.

Primeramente, habrá una celda de línea que se utilizará para la maniobra de entrada de los cables que forman el circuito de alimentación del transformador. A continuación, se conectará una celda de protección, que se empleará para la desconexión del transformador. La protección de será de unos fusibles. Seguidamente se conectará la celda de medida, antes del transformador. Para acabar, el transformador se conectará a un cuadro de baja tensión, en el que se ubicarán las distintas protecciones del alumbrado y de las tomas de corriente.

#### **1.10.6.2. Potencia de cortocircuito**

La potencia de cortocircuito máxima de la red será de 500 MVA, según los datos facilitados por la compañía suministradora.

#### **1.10.6.3. Aparamenta de media tensión**

✓ Celdas de CGM:

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de media tensión, con aislamiento y corte de hexafloruro de azufre (SF<sub>6</sub>), cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados “conjuntos de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente:

La altura y el diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presentan el mismo unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de la acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos de lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso de los cables y fusibles. En su interior hay

una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

- Cuba:

La cuba fabricada de acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles. El gas SF<sub>6</sub> se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de fases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, los cables, o la aparamenta del centro de transformación.

- Interruptor-Seccionador-Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene las tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP). La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutaciones entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesta a tierra).

- Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CMP-F):

En las celdas CMP-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

- Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos:

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y, recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto y, a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

✓ CGM-CML. Interruptor seccionador:

Celda con envolvente metálica fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de  $U_n=24\text{KV}$  e  $I_n=400\text{ A}$ .

La celda CML de interruptor seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detención de tensión en los cables de acometida.

Permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de media tensión.

✓ Celda de protección con fusibles:

Celda con envolvente metálica, prefabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo  $U_N=24\text{ KV}$  e  $I_n=400\text{ A}$  y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 Kg de peso.

La celda CMP-F de protección con fusibles está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

✓ Celda de medida:

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de  $U_n=24\text{ KV}$  y 800 mm de ancho por 1025 mm de fondo por 1800 mm de alto y 180 kg de peso.

La celda CMM de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas empresas suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma para garantizar la no manipulación de las conexiones.

La celda de medida contiene:

- 2 juegos de barras tripolar  $I_n = 400 \text{ A}$
- 3 transformadores de intensidad de relación 15-30/5 A Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- 3 transformadores de tensión, bipolares de relación 13200-22000/110, Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- Embarrado de puesta a tierra.

✓ Transformador:

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13,2 KV, y la tensión a la salida de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro. El transformador a instalar será de la marca Cotradis (ORMAZABAL) conectado con acoplamiento Dyn 11.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la norma UNE-21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia: 160 KVA
- Tensión primaria: 13,2/20 KV
- Refrigeración: natural
- Aislamiento: aceite mineral
- Cuba de aletas: llenado integral
- Otras características constructivas:

Potencia del transformador: 160 kVA

Tensión nominal primario: 13,2 kV

Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V

Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %

Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%

Grupo de conexión: Dyn11

Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

Protección física del transformador: Protección metálica.

Pérdidas en vacío (W): 460

Pérdidas en carga (W): 2350

Impedancias de cortocircuito, % a 75°C: 4

Intensidad de vacío al 100% de  $V_n$ : 2.3

Nivel de potencia acústica (dB): 59



Caída de tensión en plena carga %:

$\cos \varphi = 1$ : 1.5

$\cos \varphi = 0.8$ : 3.4

Rendimiento %:

Carga al 75%:

$\cos \varphi = 1$ : 98.5

$\cos \varphi = 0.8$ : 98.2

Carga al 100%:

$\cos \varphi = 1$ : 98.3

$\cos \varphi = 0.8$ : 97.9

Largo (mm): 1170

Ancho (mm): 760

Alto a tapa (mm): 848

Volumen aceite (l): 200

Peso total (kg): 803

#### 1.10.6.4. Cuadro auxiliar de baja tensión

Sección del cable: 3x6/6+6TT mm<sup>2</sup> Cu

- Interruptor magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva B

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 10 A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 4 polos

#### 1.10.5. Instalación de puesta a tierra

✓ Tierra de protección:

Se conectarán a este sistema de tierra las partes metálicas que normalmente no estén en tensión pero puedan estarlo a consecuencia de alguna anomalía.

La elección de la configuración del tipo de tierra se toma en base a los cálculos en dicho documento. La configuración elegida un sistema de picas rectangular cuyo código de identificación es el **50-50/8/82**

✓ Tierra de servicio:

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda media.

Los cálculos realizados, al igual que para la tierra de protección, quedan registrados en el apartado de cálculos. Se ha optado por un sistema de picas en hilera con una separación de m, cuyo código de identificación es el

- ✓ Tierra de pararrayos:

Debe instalarse un pararrayos de Punta Franklin lo más recto posible al suelo evitando así curvas u obstáculos.

La distancia de cebado para un rayo de 10KA es de 46,41 m según el grupo de trabajo de CIGRE.

Los pararrayos punta Franklin vienen de una o cuatro puntas y son elementos de protección.

Su función es captar los rayos (descargas atmosféricas) para llevar la energía del mismo a tierra en forma segura y confiable sin afectar la edificación y/o construcción protegida.

#### **1.10.6. Aislamiento**

Todos los elementos que se utilizan en el montaje de la instalación de alta tensión, estarán diseñados según la técnica de aislamiento pleno. Siendo 20 KV, el valor eficaz de la tensión nominal de servicio y de 24 KV, el valor eficaz de la tensión mas elevada de la red entre fases, deberán soportar sin fallo alguno los siguientes ensayos:

- ✓ 125 KV (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda 1,2/50  $\mu$  seg
- ✓ 50 KV (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto a 50 Hz.

#### **1.10.7. Instalaciones secundarias**

- ✓ Alumbrado:

Se instalará dos luminarias INDAL L110IXP\_36Fd2M1 110-IXP 36 W para alumbrar la sala dónde estará situado el transformador como los demás aparatos instalados en la caseta. Por otro lado, también se instalará alumbrado de emergencia HYDRA N5 + KES HYDRA 8 W.

- ✓ Tomas de corriente:

Se instalará una toma de corriente monofásica.

- ✓ Medidas de seguridad:

Como requerimiento de seguridad para trabajos en el interior de celdas, los interruptores instalados cumplen por si solos en cuanto a distancias de seccionamiento, ya que su tensión de cebado entre polos abiertos se halla conforme la exigencia de la norma UNE 20.099

Las celdas estarán separadas eléctricamente y mecánicamente por medio de placas metálicas y por el propio carácter aislante del interruptor seccionador, lo que asegura la independencia entre ellas y evitan la posible propagación de defecto entre celdas contiguas.

El centro estará dotado con el siguiente equipamiento auxiliar:

- Banqueta aislante
- Cuadro de primeros auxilios
- Un par de guantes aislantes
- Placa de peligro y cartel de primeros auxilios para guía en caso de accidente eléctrico (cinco reglas de oro)

### **1.11. SUMINISTRO COMPLEMENTARIO**

Tal y como determina el RBT, esta instalación es una instalación de pública concurrencia. Por las características del recinto (estadio de fútbol), tendrá que tener obligatoriamente una fuente de energía alternativa cuanto la tensión de alimentación sea igual o inferior al 70 % de la nominal.

Este cubrirá las cargas definidas como esenciales, las cuales comprenden la mayor parte de la iluminación y el grupo antiincendios.

El grupo se encuentra en la sala de instalaciones. El grupo alimentara el embarrado del cuadro general, cuando este entre en funcionamiento las cargas no esenciales se deslastraran del embarrado y así solo las cargas definidas como esenciales serán alimentadas.

Los circuitos que alimentan a las cargas no esenciales contarán con un contactor y enclavamiento mecánico que permitirá que no sean alimentados por el grupo.

El grupo electrógeno seleccionado es **13 kVA de la Marca “PERKINS”** tipo **DPAS 15 E**.

Las características del grupo se describen a continuación:

- ✓ Motor: 403V-15G. Cilindrada de 1496. Tipo de regulación mecánica.
- ✓ Alternador: SINCRO FR4 MDS. Alternador STAMFORD 50Hz frecuencia, sin escobillas, con regulación electrónica de tensión tipo AVR que garantiza valores estables de tensión a carga constante entre +/- 1,5%, y opcionalmente hasta +/-0,5%.
- ✓ Grupo: consumo 4,1 L/h. Deposito 51,5 L.
- ✓ Cuadro eléctrico maniobra:
  - Micro de control: ECO.
  - Tensión de batería: de serie.
  - Vigilante de tensión: de serie.
  - Conmutador voltímetro Red-Grupo: de serie.
  - Cargador de baterías: de serie.
- ✓ Conmutación: 25 A.

El cuadro AUT-MP 12E se basa en un módulo programable con tres microprocesadores especializados en las tareas de mediciones eléctricas, lógica del grupo y comunicaciones, lo cual confiere al equipo una gran potencia de proceso. Todas

las mediciones y las alarmas se visualizan en una pantalla TFT en color. Cuenta con una batería de 24 V, con cables, terminales y desconectados. Cargador electrónico de baterías además del alternador de carga de baterías propio del motor diesel.

Este realiza la puesta en marcha del grupo al fallar el suministro de la red, ya sea por falta total de suministro o porque la tensión baja del 70% de su valor, verifica que la tensión y frecuencia son correctas y a través de un cuadro de conmutación da orden de apertura del contactor de red y de los contactores instalados en los circuitos que alimentan cargas no esenciales, a la vez que cierra el contactor de grupo.

## **1.12. SISTEMA DE RIEGO**

Se prepara el campo de fútbol y por descontado la instalación eléctrica para equiparlo con un sistema de regadío. El tipo de sistema de regadío que se empleará será el de aspersión.

El riego por aspersión es aquel sistema de riego que trata de imitar a la lluvia. Es decir, el agua destinada al riego se hace llegar a las plantas por medio de tuberías y mediante unos pulverizadores, llamados aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar.

El depósito de agua se abastece de un riachuelo que se encuentra cercano al recinto. De esta manera, el agua empleada no supone coste alguno.

Ventajas del sistema de riego por aspersión:

- 1. *Ahorro en mano de obra.* Una vez puesto en marcha no necesita especial atención.
- 2. *Adaptación al terreno.* Se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras.
- 3. *La eficiencia del riego* por aspersión es de un 80% frente al 50 % en los riegos por inundación tradicionales. Por consecuencia el ahorro en agua es un factor muy importante a la hora de valorar este sistema.
- 4. *Uniformidad en el reparto de agua.* El agua se distribuye de mejor manera no dejando zonas menos regadas que otras.
- 5. *Facilidad de automatización.* Mediante programadores por tiempo y sectores lo cual se reduce casi en su totalidad la mano de obra.

Los aspersores que se emplearán serán de la marca Rain bird y siendo estos emergentes. Es decir, se colocarán estratégicamente bajo el terreno de juego para que no quede ninguna zona que no sea regada.

La bomba consta de una alimentación trifásica y será la encargada de suministrar el agua por toda la instalación de regadío.

Esta parte del proyecto queda abierta a que sea modificado por personal cualificado. Se realiza un estudio a groso modo de manera que se tenga en cuenta el



sistema de riego (porque va a existir), pero sin profundizar en los aspectos más técnicos de este punto.

Se realiza este pre-estudio para poder tener en cuenta los aspectos que influyen directamente con la instalación eléctrica, tales como la bomba de regadío o las electroválvulas.

Queda pues abierto este punto, tal y como se ha mencionado anteriormente, la modificación técnica de este punto.

### **1.13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

El presupuesto total asciende a la cantidad de **“DOSCIENTOS MIL DOSCIENTOS TRECE CON DOS CENTIMOS”**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CAMPO DE FÚTBOL DE  
SANTESTEBAN

PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Iñigo Ostiz Escalada

Tutor: Francisco Javier Bea Montes

Tudela, noviembre de 2013



4.1 OBJETO:	pág 4
4.2 CONDICIONES GENERALES:	pág 4
4.2.1 Normas generales:	pág 4
4.2.2 Ámbito de aplicación:	pág 4
4.2.3 Conformidad y variación de las condiciones:	pág 4
4.2.4 Rescisión del contrato:	pág 4
4.2.5 Condiciones generales:	pág 5
4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN:	pág 5
4.3.1 Datos de la obra:	pág 5
4.3.2 Obras que comprende:	pág 6
4.3.3 Mejoras y variaciones del proyecto:	pág 6
4.3.4 Personal:	pág 6
4.3.5 Abono de la obra:	pág 7
4.4 CONDICIONES PARTICULARES:	pág 7
4.4.1 Disposiciones aplicables:	pág 7
4.4.2 Contradicciones y omisiones del proyecto:	pág 7
4.5 MATERIALES:	pág 8
4.5.1. Aceptación de materiales	pág 8
4.5.2. Mala ejecución	pág 8
4.5.3. Formas de medición	pág 8
4.5.4. Valoración de unidades no expresadas en este	pág 8
4.6 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN:	pág 9
4.6.1 Objetivo:	pág 9
4.6.2 Condiciones generales:	pág 9
4.6.3 Ejecución del trabajo:	pág 9
4.6.4 Trazado de zanjas:	pág 9
4.6.5 Tendido de conductores:	pág 10
4.6.6 Identificación del conductor:	pág 11
4.6.7 Cierre de zanjas:	pág 11
4.7 RECEPTORES:	pág 11
4.7.1. Condiciones generales de la instalación:	pág 11
4.7.2. Receptores de alumbrado. Instalación:	pág 12
4.7.3. Conexiones de receptores:	pág 12
4.7.4. Receptores a motor. Instalación:	pág 13
4.7.5 Materiales auxiliares:	pág 13
4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES:	pág 13
4.8.1. Protección de las instalaciones:	pág 14
4.8.1.1 Protección contra sobreintensidades:	pág 14
4.8.1.2 Protección contra sobrecargas:	pág 14
4.8.2 Situación de los dispositivos de protección:	pág 14
4.8.3. Características de los dispositivos de protección:	pág 14



4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS:	pág 14
4.9.1 Protección contra contactos directos:	pág 14
4.9.2 Protección contra contactos indirectos:	pág 15
4.9.3. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto:	pág 16
4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES:	pág 17
4.10.1 Alumbrado de emergencia:	pág 17
4.10.2 Alumbrado de señalización:	pág 17
4.10.3. Locales de deberán ser provistos de alumbrados especiales:	pág 18
4.10.4. Fuentes propias de energía:	pág 18
4.10.5 Instrucciones complementarias:	pág 18
4.11 LOCAL:	pág 18
4.11.1 Prescripciones de carácter general:	pág 18
4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA:	pág 19
4.13 PUESTA A TIERRA:	pág 19
4.13.1 Generalidades:	pág 19
4.13.2 Ensayos:	pág 20



## **4.1 OBJETO**

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas se especifican en el proyecto.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa de fuerza, alumbrado interior, exterior, tanto del recinto de juego como del resto de las zonas exteriores del recinto y toma tierra para la parcela destinada a uso deportivo como campo de fútbol.

El recinto se encuentra en el Polígono Industrial de Santesteban en avenida Mourgues sn, campo Iñaki Indart.

## **4.2 CONDICIONES GENERALES**

### **4.2.1 Normas generales**

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

### **4.2.2 Ámbito de aplicación**

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de la obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica del recinto deportivo anteriormente descrito.

### **4.2.3 Conformidad y variación de las condiciones**

Se aplicarán estas condiciones para todas incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

### **4.2.4 Rescisión del contrato**

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primero: Muerte o incapacitación del Contratista.
- Segunda: La quiebra del contratista.
- Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.

- Cuarta: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estimulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de Suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Octava: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

#### **4.2.5 Condiciones generales**

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 2402 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

### **4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN**

#### **4.3.1 Datos de la obra**

Se entregará al contratista una copia de la memoria, planos y pliego de condiciones, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto.

El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de la Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones, en los datos fijados en el Proyecto, salvo por aprobación previa del Director de Obra.

#### **4.3.2 Obras que comprende**

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiere, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica del campo de fútbol, considerando dicho recinto a las gradas, almacenes, recinto deportivo, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes.

- a) Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- b) Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
- d) Colocación de luminarias.
- e) Colocación de cableado.
- f) Instalación de las protecciones eléctricas.
- g) Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
- h) Ejecución del sistema de riego.

#### **4.3.3 Mejoras y variaciones del proyecto**

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el director de obra y convenido precio del proceder a su ejecución.

Las obras delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

#### **4.3.4 Personal**

El contratista no podrá utilizar personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo, el cual deberá atender cuantas ordenes procedan de la dirección técnicas de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido. El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general. El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

#### **4.3.5 Abono de la obra**

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuara de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

Cuando la propiedad o le director de la obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción sea en el curso de ejecución de la obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

### **4.4 CONDICIONES PARTICULARES**

#### **4.4.1 Disposiciones aplicables**

Antes de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

#### **4.4.2 Contradicciones y omisiones del proyecto**

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

## **4.5. MATERIALES**

Este punto determinará cómo recurrir posibles futuras reclamaciones de materiales y/o servicios que puedan generar disconformidad, calibrando cuales serán los requisitos de aceptación para materiales para la ejecución de la obra.

### **4.5.1. Aceptación de materiales**

Los materiales serán reconocidos antes de su puesta en obra por la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrá emplearse en dicha obra; para ello la Contrata proporcionará al menos dos muestras para su examen por parte de la Dirección Facultativa; ésta se reserva el derecho de desechar aquéllos que no reúnan las condiciones que, a su juicio, sean necesarias. Los materiales desechados serán retirados de la obra en el plazo más breve. Las muestras de los materiales una vez que hayan sido aceptados, serán guardados juntamente con los certificados de los análisis para su posterior comparación y contraste.

### **4.5.2. Mala ejecución**

Si a juicio de la Dirección Facultativa hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, el contratista tendrá la obligación de demolerla y volverla a realizar cuantas veces sea necesario, hasta que quede a satisfacción de dicha Dirección, no otorgando estos aumentos de trabajo derecho a percibir indemnización de ningún género, aunque las condiciones de mala ejecución de la obra se hubiesen notado después de la recepción provisional, sin que ello pueda repercutir en los plazos parciales o en el total de ejecución de la obra.

### **4.5.3. Formas de medición**

La medición del conjunto de unidades de obra que constituyen la presente se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa, partida alzada, metros lineales etc. Tanto las mediciones parciales como las que se ejecuten al final de la obra se realizarán conjuntamente con el contratista, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el contratista derecho a reclamación de ninguna especie, por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el Proyecto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

### **4.5.4. Valoración de unidades no expresadas en este Pliego**

La valoración de las obras no expresadas en este Pliego se verificará aplicando a cada una de ellas la medida y en forma de condiciones que estime justas el Arquitecto, multiplicando el resultado final por el precio correspondiente. El contratista no tendrá derecho alguno a que las medidas a que se refiere este artículo se ejecuten en la forma que el indique, sino que serán con arreglo a lo que determine el Director Facultativo sin aplicación de ningún género.

## **4.6 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN**

### **4.6.1 Objetivo**

Se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

### **4.6.2 Condiciones generales**

Se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión.

Cualquier duda de cualquier tipo que pueda surgir de la interpretación del presente pliego durante el periodo de construcción, será resuelta por el director de obra, cuya interpretación será aceptada íntegramente.

### **4.6.3 Ejecución del trabajo**

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

### **4.6.4 Trazado de zanjas**

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejan las llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a colocar.

### **4.6.5 Tendido de conductores**

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tienden a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo

de tracción por mm<sup>2</sup> de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, deberá siempre hacerse a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del director de obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasillas.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5 m. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá efectuar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en las que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Directo de Obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

En el caso de que los cables sean unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distinto de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de media Tensión, o las tres fases y el neutro en Baja Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

#### **4.6.6 Identificación del conductor**

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30 cm, tal y como se indica en las normas UNE-21123 y R.U. 3305



#### **4.6.7 Cierre de zanjas**

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los primeros 20 centímetros de forma manual.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será el responsable de los hundimientos que se produzcan y serán de su cuenta las posteriores reparaciones oportunas. La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes están incluidos en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

### **4.7 RECEPTORES**

#### **4.7.1. Condiciones generales de la instalación**

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc...), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar las prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades siendo de aplicación para ellos lo dispuesto en la instrucción ITC BT-22. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

#### **4.7.2. Receptores de alumbrado. Instalación**

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ellos los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámpara fluorescente se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos hasta 0,90.



Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto a la ITCBT-09 del RBT.

#### **4.7.3. Conexiones de receptores**

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la ITC-BT-43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor movable, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada del aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación, alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores movibles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos movibles.

#### **4.7.4. Receptores a motor. Instalación.**

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW.
- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1 KW.

Todos los motores de potencia superior a 0,25 CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección.

Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a éste.

#### **4.7.5 Materiales auxiliares**

Toda la tortillería, así como arandelas, tuercas, contratueras, etc., que se utilizan como material auxiliar de la instalación eléctrica, serán de acero inoxidable. La pasta de sellado de tubos metálicos, cajas de derivación, etc., será por cuenta del contratista.

Todos los tubos protectores de PVC estarán sellados con espuma de poliuretano o producto equivalente.

### **4.8 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES**

#### **4.8.1. Protección de las instalaciones**

##### **4.8.1.1 Protección contra sobreintensidades**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

##### **4.8.1.2 Protección contra sobrecargas**

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

#### **4.8.2 Situación de los dispositivos de protección**

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuados instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal interruptor automático, diferencial y fusibles.

#### **4.8.3. Características de los dispositivos de protección**

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierra. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

### **4.9 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

#### **4.9.1 Protección contra contactos directos**

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2,5 metros hacia arriba, 1 metros abajo y 1 metro lateralmente.
- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.

- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA.

#### **4.9.2 Protección contra contactos indirectos**

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc. , que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección mas adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

##### **Clase A:**

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección
- Conexiones equipotenciales.

##### **Clase B:**

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

#### **4.9.3. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto**

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la

desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
  - ✓ 24 voltios en locales conductores.
  - ✓ 50 voltios en los demás casos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de Tierra

Se utilizarán como dispositivos de corte automáticos sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente a la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

## **4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES**

### **4.10.1 Alumbrado de emergencia**

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

### **4.10.2 Alumbrado de señalización**

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de

puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público.

Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

#### **4.10.3. Locales de deberán ser provistos de alumbrados especiales**

- a) Con alumbrado de emergencia: Todos los locales de reunión que puedan albergar 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios
- b) Con alumbrado de señalización: Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

#### **4.10.4. Fuentes propias de energía**

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos automáticos autónomos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidores de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal. La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

#### **4.10.5 Instrucciones complementarias**

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

### **4.11 LOCAL**

#### **4.11.1 Prescripciones de carácter general**

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

- a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, e el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
- b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo según la Instrucción MI BT 16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección. Del citado general saldrá las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios.
- c) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabins de proyección, escenarios, salas de público, escaparates...), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre del cuadro general.
- d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- e) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de las lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.
- f) Las canalizaciones estarán constituidas por:
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
  - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados directamente sobre paredes.
- g) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.



## **4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA**

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Por la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior a un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instale condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

## **4.13 PUESTA A TIERRA**

### **4.13.1 Generalidades**

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes..., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el Reglamento de BT.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el RBT y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc...

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos. La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotermia sistema CADWELL o similar.

### **4.13.2 Ensayos**

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el RBT y en el resto de normativa vigente.





Cuando el material llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normativas, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar, así como su número y las condiciones de no aceptación automática serán los fijados por la NTE-IEP/1973: “Instalaciones de electricidad: Puesta a Tierra”.

**Tudela, noviembre 2013**

**Iñigo Ostiz Escalada**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CAMPO DE FÚTBOL DE  
SANTESTEBAN

CÁLCULOS

Alumno: Iñigo Ostiz Escalada

Tutor: Francisco Javier Bea Montes

Tudela, noviembre de 2013



2.1. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	pág 3
2.1.1. Alumbrado interior	pág 4
2.1.2. Alumbrado exterior	pág 7
2.1.3. Alumbrado de emergencia	pág 8
2.2. CÁLCULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	pág 11
2.2.1. Potencia del transformador	pág 11
2.2.2. Cálculo intensidad de media tensión	pág 12
2.2.3. Cálculo intensidad de baja tensión	pág 12
2.2.4. Cálculo de cortocircuitos	pág 12
2.2.5. Dimensionado del embarrado	pág 13
2.2.6. Protección del transformador	pág 15
2.2.7. Otras instalaciones del centro	pág 15
2.2.8. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación	pág 15
2.2.9. Dimensionado del pozo apaga fuegos	pág 16
2.2.10. Cálculo de la puesta a tierra	pág 16
2.3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	pág 19
2.3.1. Demanda de potencia	pág 19
2.3.2. Fórmulas para el dimensionado de las instalaciones eléctricas	pág 19
2.3.3. Dimensionado de los conductores según la intensidad nominal	pág 23
2.3.4. Dimensionado de los conductores según la caída de tensión	pág 24
2.3.5. Dimensionado de las canalizaciones	pág 24
2.3.6. Resultados	pág 25
2.3.7. Cálculo cortocircuitos	pág 89
2.4. COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA	pág 89
2.5. SUMINISTRO COMPLEMENTARIO	pág 91
2.6. INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA	pág 92
2.6.1. Investigación del terreno	pág 92
2.6.2. Cálculo de la resistencia de tierra	pág 92
2.6.3. Sección del cable de tierra y conductor de protección	pág 94
2.6.4. Punto de puesta a tierra	pág 94
2.6.5. Corrección y ajuste si procede	pág 95
2.7. ILUMINACIÓN DE LA ENTRADA AL RECINTO	pág 95
2.8. SISTEMA DE RIEGO	pág 96
2.9. ANEXO CÁLCULOS	pág 96

## 2.1. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Para proceder a todos los cálculos luminotécnicos del recinto, tanto para emplazamiento exterior como el interior, se usará el programa Dialux 4.8.

Tanto como la iluminación interior como la exterior deberemos tener en cuenta la **Sección HE 3 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación**. A continuación presentaré los valores que se tendrán que cumplir.

- *VEEI (Valor de eficiencia energética)*

Los valores máximos que se deberá tener cada lugar quedan reflejados en la siguiente tabla. Los valores obtenidos están expuestos en el anexo de Dialux.

<i>Zonas de actividad diferenciada</i>	<b>VEEI límite</b>
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 1

- *Potencia instalada en el edificio:*

Al igual que en el apartado anterior, la potencia instalada en cada parte de la instalación queda reflejado en el anexo de cálculos Dialux.

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 2

- Sistema de control y regulación

Toda zona dispone de al menos de un sistema de encendido y apagado manual. Toda zona dispone de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. Las *zonas de uso esporádico* dispondrán de un control de encendido y apagado por *sistema de detección de presencia* temporizado o sistema de pulsador temporizado.

No se instalarán sistemas de aprovechamiento natural por lo ya descrito en la memoria.

### 2.1.1. Cálculo iluminación interior

Para el cálculo de la iluminación interior se ha usado el programa Dialux.

Introduciendo en el programa las dimensiones de cada dependencia, el nivel de iluminancia (en luxes) y el tipo de luminarias y lámparas adecuadas para cada una, éste nos dará el número de luminarias y lámparas que se deben poner, así como su distribución y su consumo. Las hojas de cálculo que resultan del programa se encuentran en el anexo.

Para el cálculo de luxes necesarios para cada sala se tendrá en cuenta la norma **UNE-EN 12464-1** (Iluminación en lugares de trabajo). Los luxes necesarios vendrán definidos por la finalidad que se le dé a la sala. A continuación se expondrán los cuadros que se han empleado para el cálculo del alumbrado interior.

### 1.3 Salas de control

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
1.3.1	Salas de material, salas de mecanismos	200	25	60	
1.3.2	Sala de fax, correos, cuadro de contadores	500	19	80	

### 1.4 Salas de almacenamiento, almacenes fríos

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
1.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60	200 lux si está ocupado en continuo
1.4.2	Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300	25	60	

## 3 Oficinas

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
3.1	Archivo, copias, etc.	300	19	80	
3.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	80	Trabajo en EPV: véase el apartado 4.11
3.3	Dibujo técnico	750	16	80	
3.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	80	Trabajo en EPV: véase el apartado 4.11 La iluminación debería ser controlable
3.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	
3.6	Mostrador de recepción	300	22	80	
3.7	Archivos	200	25	80	

### 5.1 Áreas comunes

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
5.1.1	Halls de entrada	100	22	80	UGR sólo si es aplicable
5.1.2	Guardarropas	200	25	80	
5.1.3	Salones	200	22	80	
5.1.4	Oficinas de taquillas	300	22	80	

### 5.2 Restaurantes y hoteles

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
5.2.1	Recepción/caja, conserjería	300	22	80	
5.2.2	Cocinas	500	22	80	Debería haber una zona de transición entre cocina y restaurante
5.2.3	Restaurante, comedor, salas de reuniones	—	—	80	
5.2.4	Restaurante auto-servicio	200	22	80	El alumbrado debería ser diseñado para crear la atmósfera apropiada
5.2.5	Buffet	300	22	80	
5.2.6	Sala de conferencias	500	19	80	El alumbrado debería ser controlable
5.2.7	Pasillos	100	25	80	

A continuación se representará en la siguiente tabla un resumen de las luminarias empleadas, del catálogo INDAL.

Las demás características técnicas, la ubicación y demás especificaciones están expuestas en el apartado anexo de cálculos, Dialux.

Zona	Nº luminarias	Luminaria
<b>Vestuarios 1</b>	8	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D 36 W
	2	INDAL Z2070111 2200 25 W
<b>Vestuarios 2</b>	8	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D 36 W
	2	INDAL Z2070111 2200 25 W
<b>Vestuario árbitros</b>	2	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D 36 W
	2	INDAL Z2062102B 3000+V-300 150 W
	2	INDAL Z2082301 4010 20 W
	3	INDAL Z2111101 22018 18 W
<b>Almacén 1</b>	2	INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W
<b>Almacén 2</b>	2	INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W
<b>Almacén 3</b>	2	INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W
<b>Contadores</b>	4	INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W
<b>Cafetería</b>	9	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL 28 W
	1	INDAL L_352IETd2M1 352-IET-D 36 W
	4	INDAL Z2070111 2200 25 W
	4	INDAL Z20802301 4010 20 W

Tabla 3

## POTENCIA TOTAL ALUMBRADO INTERIOR = 1990 W

### 2.1.2. Cálculo iluminación exterior

La iluminación exterior estará dividida en dos principales apartados. Por un lado, se encontrará el graderío y por el otro el recinto de juego.

- Terreno de juego

Para proceder al cálculo del terreno de juego se ha aplicado lo establecido en la norma **UNE-EN\_12193** (Iluminación en recintos deportivos). En cuanto a las especificaciones luminotécnicas lo que establece la norma se puede resumir en la siguiente tabla:

Clase	Iluminancia horizontal				GR	Índice de rendimiento de color
	$E_{med}$ lux	$E_{min} / E_{med}$				
I	500	0,7			50	60
II	200	0,6			50	60
III	75	0,5			55	20

NOTA 1 – Para la Clase I, la competición internacional en el nivel máximo puede justificar una longitud de 34 m para el área principal (PA). El número correspondiente de puntos de cuadrícula en longitud es entonces de 15.

Tabla 2

La clase de alumbrado se toma en base a la tabla expresada a continuación:

Nivel de competición	Clase de alumbrado		
	I	II	III
Internacional y nacional	*		
Regional	*	*	
Local	*	*	*
Entrenamiento		*	*
Recreativo/deportes escolares (Educación física)			*

Tabla 4

Dado que la práctica de la actividad que se va a realizar será de entrenamientos y de competición regional la clase de alumbrado será de clase II.



Por lo tanto, en base a lo establecido en la tabla 1, los principales requisitos a cumplir por esta norma serán los descritos seguidamente:

- ✓  $E_{med}$  : 200 lux
- ✓  $E_{min} / E_{med}$  : 0,6
- ✓ GR : 50
- ✓ Índice de rendimiento de color: 60

Para el cumplimiento de los requisitos establecidos se ha procedido a la colocación estratégica de las luminarias hasta cumplir con las especificaciones. En la documentación adjunta de Dialux se puede apreciar con más detalle el cálculo realizado para este apartado.

- Graderío

Para el área de espectadores la norma especifica que el nivel mínimo de luxes ha de ser de 10 luxes para el confort visual.

Al igual que en el alumbrado interior, aquí también mostramos la tabla resumen con las iluminarías utilizadas tanto en el graderío como en el terreno de juego.

Zona	Nº luminarias	Luminaria
Terreno de juego	20	INDAL 2080102s IZM-2 2000 W
Gradas	10	INDAL L651FLMX_58Fa1 651-FLMX 58 W

Tabla 5

**POTENCIA TOTAL ALUMBRADO EXTERIOR = 40580 W**

### 2.1.3. Cálculo alumbrado de emergencia

Para la realización de los cálculos de iluminación de emergencia se ha utilizado el programa Daisalux para las estancias interiores del recinto, facilitado por el fabricante Daisa. Dicho programa dispone de una extensa librería de luminarias de emergencia de distintos fabricantes. El catálogo empleado para la elección de las luminarias es el de España y Portugal 2013 Mayo (6.00.00) del fabricante Daisalux.

El resto de estancias se han calculado relacionando los metros cuadrados de estas, con los metros cuadrados que cubren las luminarias de emergencia elegidas. Por supuesto se ha tenido en cuenta el lugar de colocación de estas.

Toda la iluminación de emergencia de éste proyecto estará centrada en el cumplimiento de la ITC-28 del reglamento de baja tensión. En éste se especifica que debe haber una iluminancia mínima de 0,5 lux en todo el espacio entre el suelo y 1 metro de altura, además en las zonas que se consideren recorrido de evacuación la iluminación deberá ser de 1 lux a la altura del suelo. En los puntos donde se emplacen elementos contra incendios que exijan utilización manual y cuadros de distribución de alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. En los ejes de paso principales la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no será mayor de 40.

Como en los casos anteriores de alumbrado interior y exterior, expondremos una pequeña tabla de resumen dónde aparecen las luminarias empleadas.

Nº luminarias	Luminaria
3	HYDRA N2 + KETB HYDRA 8 W
3	HYDRA N5 + KETB HYDRA 8 W
12	HYDRA N5 + KES HYDRA 8 W
9	HYDRA N2 + KES HYDRA 8 W

Tabla 6

**POTENCIA TOTAL ALUMBRADO DE EMERGENCIA = 216 W**

a) HYDRA N2

Descripción:

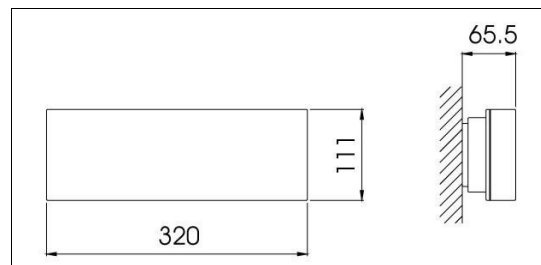
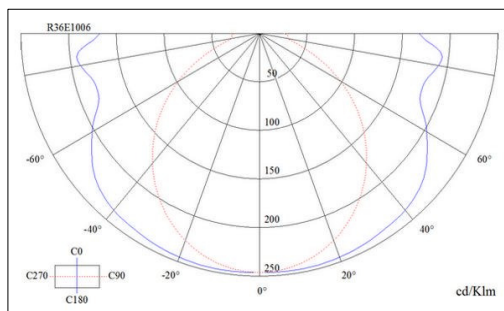
Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

- ✓ Formato: HYDRA
- ✓ Funcionamiento: No permanente
- ✓ Autonomía(h): 1
- ✓ Lámpara de emergencia: FL 8W
- ✓ Piloto testigo de carga: Led
- ✓ Lámpara en red: -
- ✓ Grado de protección: IP42IK04
- ✓ Aislamiento eléctrico: Clase II
- ✓ Dispositivo de verificación: No
- ✓ Puesta en reposos distancia: Si
- ✓ Flujo de emergencia(lm): 95



HYDRA 2



## b) HYDRA N5

### Descripción:

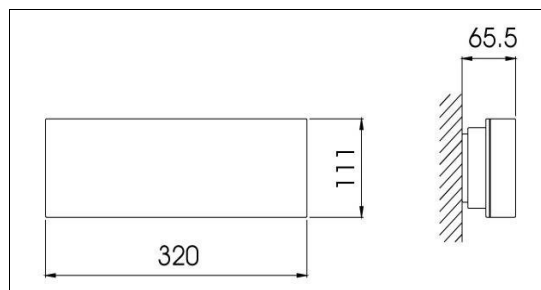
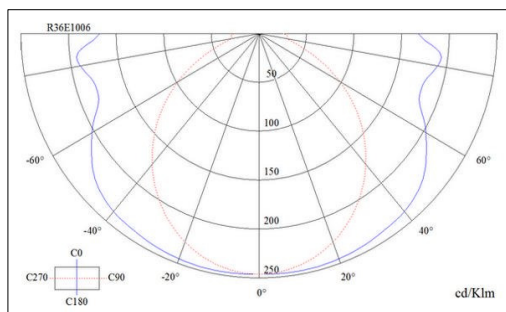
Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.

### Características:

- ✓ Formato: HYDRA
- ✓ Funcionamiento: No permanente
- ✓ Autonomía(h): 1
- ✓ Lámpara de emergencia: FL 8W
- ✓ Piloto testigo de carga: Led
- ✓ Lámpara en red: -
- ✓ Grado de protección: IP42IK04
- ✓ Aislamiento eléctrico: Clase II
- ✓ Dispositivo de verificación: No
- ✓ Puesta en reposos distancia: Si
- ✓ Flujo de emergencia(lm): 215



HYDRA 5



## 2.2. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 2.2.1. Potencia del transformador

Para determinar este valor sumaremos todas las potencias de la instalación. Usaremos la siguiente fórmula:

$$S = \frac{P \times K_u \times K_s}{\cos \varphi}$$

Donde:

P: Potencia instalada [kW]

K<sub>u</sub>: Coeficiente de utilización

K<sub>s</sub>: Coeficiente de simultaneidad

Cos φ: Factor de potencia

Los valores de K<sub>u</sub> y K<sub>s</sub> son de la unidad puesto que interesa calcular el transformador para el peor de los casos. Además, como toda la potencia reactiva va ser compensada, el factor de potencia será igual a uno.

La potencia total instalada es la suma algebraica de todas las cargas de la instalación, donde distingo las procedentes de la iluminación, circuitos de fuerza, cargas aisladas y subcuadros.

La potencia total de los diferentes cuadros y equipos es la siguiente:

- ✓ Potencia Instalada Alumbrado (W): 42786
- ✓ Potencia Instalada Fuerza (W): 7350
- ✓ Potencia en el centro de transformación (W): 2112
- ✓ Potencia de usos comunes (W): 9832,5
- ✓ TOTAL: 62080,5 W

Para dimensionar las instalaciones tendré en cuenta los coeficientes para motores y alumbrado, en concreto 1.8 para alumbrado de descarga y fluorescente y 1.25 para el de motores, de esta manera se obtiene una potencia de cálculo de **98146,8 W**. Valor para el que la normativa no obliga a usar un transformador, además, usando un transformador mejora notablemente la calidad de la tensión recibida.

$$S = \frac{98146,8 \cdot 1,1}{1}$$

En previsión de una posible ampliación de la instalación aplicamos un coeficiente de ampliación K<sub>a</sub> de 1,3:

$$S_t = S \times 1,3 = 98146,8 \times 1,3 = 127590,84 \text{ VA}$$

Elegimos el transformador con la potencia inmediatamente superior, un transformador de 160 kVA.

### 2.2.2. Cálculo intensidad de media tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{U_p \cdot \sqrt{3}}$$

Donde:

S: potencia del transformador [kVA]

U<sub>p</sub>: tensión primaria [kV]

I<sub>p</sub>: intensidad primaria [A]

Sustituimos y obtenemos el valor de la corriente:

$$I_p = \frac{S}{U_p \cdot \sqrt{3}} = \frac{160}{13,2 \cdot \sqrt{3}} = 7 \text{ A}$$

### 2.2.3. Cálculo intensidad de baja tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 160 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

S potencia del transformador [kVA]

U<sub>s</sub> tensión en el secundario en vacío [kV]

I<sub>s</sub> intensidad en el secundario [A]

Sustituimos y obtenemos el valor deseado:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{160}{\sqrt{3} \cdot 0,42} = 219,9 \text{ A}$$

### 2.2.4. Cálculo de cortocircuitos

Para determinar el cálculo de la corriente de cortocircuito del primario se emplea la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [MVA]

$U_p$  tensión de servicio [kV]

$I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

Sustituimos y calculamos:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 21,87 \text{ A}$$

Para el cálculo de cortocircuito en el lado de baja tensión, en cambio, se emplea la siguiente fórmula:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

Donde:

S: potencia de transformador [kVA]

$E_{cc}$ : tensión de cortocircuito del transformador [%]

$U_s$ : tensión en el secundario [V]

$I_{ccs}$ : corriente de cortocircuito [kA]

Realizamos el cálculo:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 160}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 400} = 577,35 \text{ A}$$

### 2.2.5. Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas. Aún así se muestran los cálculos correspondientes.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal = 400A.
- Límite térmico = 16 KA eficaces.
- Límite termodinámico = 40 KA cresta.

### Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A. Valor que cumple con la siguiente expresión.

$\delta$  = Intensidad nominal de bucle / sección celda (A/mm<sup>2</sup>)

### Comprobación por sollicitación electrodinámica

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objetivo verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fases.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado anterior de este capítulo, por lo que:

$I_{cc}(din) = 40 \text{ kA}$  , valor que cumple perfectamente con las siguientes expresiones.

El esfuerzo mecánico que soportan las celdas viene dado por:

$$Esfuerzo\ max = \frac{M_{max}}{W}$$

Donde:

$M_{max}$  = Momento flector máximo (producido en los extremos).

$$W = \frac{\pi}{32} \times \left( \frac{D^4 - d^4}{D} \right) \text{ Donde } D \text{ y } d \text{ son los diámetros exteriores del embarrado.}$$

El momento flector esta definido por:

$$M_{max} = \frac{q \times L^2}{12} \text{ (kg. mm)}$$

Donde:

$$q = \frac{F}{9.81 \times L} = \text{carga que soporta el embarrado}$$

$L$  = longitud embarrado

Siendo esta última  $F$  igual a:

$$F = 13,85 \times 10^{-7} \times f \times \frac{I_{cc}^2}{d} \times L \times \left( \sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Siendo:

$F$  = Fuerza resultante en Newtons.

$f$  = Coeficiente en función de  $\cos \_$ , siendo  $f = 1$  para  $\cos \_ = 0$ .

$I_{cc}$  = Intensidad máxima de cortocircuito en amperios.

$D$  = Separación entre fases en milímetros.

$L$  = Longitud de los tramos del embarrado en milímetros.

### Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se

debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$I_{cc(ter)} = 16 \text{ kA}$ . Valor que cumple perfectamente con la siguiente expresión.

La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con la CEI 298 de 1981 por la expresión:

$$S = \frac{I}{13} \cdot \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

Siendo:

$S$  = Sección de la barra de cobre en mm<sup>2</sup>.

$I$  = Intensidad eficaz en amperios.

$\Delta\theta = 180^\circ\text{C}$  para conductores inicialmente a temperatura ambiente.

$t$  = Tiempo de duración del cortocircuito en segundos.

Teniendo que ser  $t$  mayor de 1 segundo.

### 2.2.6 .Protección del transformador

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se sitúa en los cuadros de las líneas de salida.

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

**La intensidad nominal de estos fusibles es de 10 A.**

### 2.2.7. Otras instalaciones del centro

El centro tiene un área de 9,416 m<sup>2</sup> y una altura de 2,355 metros. Para conseguir la iluminación adecuada ha sido necesario instalar 2 luminarias INDAL L110IXP\_36Fd2M1110-IXP36 W. Además de iluminación de emergencia HYDRA N5 de 8 W. Además cuenta con una toma de corriente monofásica. (16A).



### 2.2.8. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación

Al tratarse de un edificio prefabricado, el dimensionado de la ventilación ya viene de fábrica. Aun así se muestran los cálculos correspondientes para determinar las dimensiones adecuadas.

Para el cálculo del caudal de aire necesario y la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Q = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \times k \times \sqrt{h \times \Delta T^3}}$$

Donde:

W<sub>cu</sub>: Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

W<sub>fe</sub>: Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k : Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h : Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en metros.

Δ T: Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

El siguiente paso es el cálculo de la rejilla:

$$S_{rejilla} = \frac{Q}{V_s}$$

Donde:

V<sub>s</sub>: Velocidad de salida del aire en m/s.

La superficie total de la rejilla será superior a la superficie neta debido a que las láminas de la rejilla, para no permitir el paso de agua, pequeños animales o de objetos metálicos según MIE RAT 13, disminuyen el paso del aire; por lo que la superficie total mínima de la rejilla se aumentará como mínimo un 40%.

$$V_s = 4,6 \times \frac{\sqrt{H}}{\Delta \theta_{aire}}$$

Donde:

H: Distancia vertical en metros entre los centros de las dos rejillas, 1.9

Δθ<sub>aire</sub>: Incremento de la temperatura del aire en °C

### 2.2.9. Dimensionado del pozo apaga fuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad, cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego. Es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

## 2.2.10. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

### a) Investigación de las características del suelo

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

### b) Diseño preliminar de la instalación de tierra

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

### c) Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

#### Tierra de protección

- Características de la red de alimentación: Tensión de servicio:  $U_r = 13,2$  kV
- Puesta a tierra del neutro: Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 300$  A
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:  $V_{bt} = 6000$  V
- Características del terreno:
  - ✓ Resistencia de tierra  $R_o = 150$  Ohm·m
  - ✓ Resistencia del hormigón  $R'o = 3000$  Ohm

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto se obtienen de la siguiente expresión:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Donde:

$I_d$ : intensidad de falta a tierra [A]

$R_t$ : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$V_{bt}$ : tensión de aislamiento en baja tensión [V]

Siendo  $I_d = I_{dm}$

Para el cálculo correcto de la tierra de protección, elegimos una configuración de tierra al azar y comprobamos si cumple con las condiciones exigidas. Las ecuaciones que tiene que cumplir son las que exponemos a continuación:

$$1) \quad U_d = R_t \cdot I_d ; R_t = K_r \cdot \rho$$

$$2) \quad V_{pmax} = k_p \cdot \rho \cdot I_d \leq V_{padm}$$

$$3) \quad V_{padm} = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right)$$

$$4) Vp(acc)_{max} = kc \cdot \rho \cdot Id \leq Vp(acc)_{adm}$$

$$5) Vp(acc)_{adm} = \frac{10 \cdot k}{t^n} \left[ 1 + \frac{3 \cdot (\rho + \rho')}{1000} \right]$$

Donde:

Ud: Tensión de defecto

Rt: Resistencia

Id: Intensidad de defecto

Vpmax: Tensión de paso máxima

Kp: coeficiente de paso

$\rho$ : resistividad

Vpadm: Tensión de paso admisible

K: 72

t: 0,9

n: 1

Vp (acc) max: Tensión de paso accesible máxima

Kc: coeficiente de acceso

Vp (acc) adm: Tensión de paso accesible admisible

$\rho'$ : Resistividad del hormigón = 3000  $\Omega \cdot m$

Tomamos la configuración 50-50/8/82 y comprobamos si cumple con las ecuaciones:

Vamos a la tabla y tomamos las constantes correspondientes:

Kr = 0,069

Kp = 0,0109

Kc = 0,0313

$$1) Rt = Kr \cdot \rho = 0,069 \cdot 150 = 10,35 \Omega$$

$$Ud = Rt \cdot Id = 10,35 \cdot 300 = 3105 V < 10000$$

$$2) Vpmax = kp \cdot \rho \cdot Id = 0,0109 \cdot 150 \cdot 300 = 490,5 V$$

$$3) Vpadm = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right) = \frac{10 \cdot 72}{0,7^1} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot 150}{1000} \right) = 1954,28 V$$

$$Vpmax < Vpadm$$

$$4) Vp(acc)_{max} = kc \cdot \rho \cdot Id = 0,0313 \cdot 150 \cdot 300 = 1408,5 V$$

$$5) Vp(acc)_{adm} = \frac{10 \cdot k}{t^n} \left[ 1 + \frac{3 \cdot (\rho + \rho')}{1000} \right] = \frac{10 \cdot 72}{0,7^1} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot (150 + 300)}{1000} \right) = 1388,57 V$$

$$Vp(acc)_{max} < Vp(acc)_{adm}$$

Dado que las condiciones se cumplen, la configuración **50-50/8/82** es correcta y será la que se empleará para la tierra.

### Tierra de servicio

Para el cálculo de la tierra de servicio se tiene que cumplir  $R_t < 37$ , siendo  $R_t$  la resistencia del neutro.

Tomamos la configuración 5/22 y comprobamos.

Verificamos la ecuación:

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0,201 \cdot 150 = 30,15 \, \Omega < 37 \, \Omega$$

Cumple la ecuación así que la configuración **5/22** es válida.

Ahora tenemos que tener en cuenta la separación entre las dos tierras mediante la siguiente expresión:

$$D_{n-p} = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{150 \cdot 300}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 7,16 \, m \rightarrow \mathbf{8 \, m}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

## 2.3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Para la realización de los cálculos eléctricos se ha utilizado el programa informático CIEBT teniendo en cuenta las indicaciones del reglamento de baja tensión así como las UNE citadas en el reglamento.

Para realizar los cálculos se debe tener en cuenta la tensión de servicio, la potencia a alimentar, la longitud del cable que alimentará la carga, el tipo de canalización por la que discurrirán los conductores, el tipo de aislamiento del conductor, así como los coeficientes de mayorización y de simultaneidad.

### **2.3.1. Demanda de potencia**

Para realizar los cálculos de la instalación tendremos en cuenta la potencia total instalada, que es de 61563 W.

Aplicando los coeficientes correspondientes, que son 1,8 para el alumbrado y 1.25 para los motores de la instalación, la potencia final obtenida es de **97629,3 W**.

### 2.3.2. Fórmulas para el dimensionado de las instalaciones eléctricas

#### a) Cálculo de intensidades:

Monofásica:

$$I = \frac{P}{U \times \cos \varphi}$$

Trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Donde:

I = Intensidad (A)

P = Potencia (W)

U = Tensión (V)

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia

#### b) Cálculo de caída de tensión:

Monofásica:

$$C.D.T. = \frac{2 \times \Sigma P \times l}{S \times \mu \times V}$$

Trifásica:

$$C.D.T. = \frac{\Sigma P \times l}{S \times \mu \times V}$$

Donde:

CDT. = Caída de tensión (V)

P = Potencia de cálculo del tramo (W)

L = Longitud del tramo (W)

S = Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

$\mu$  = Conductividad (m/ (·mm<sup>2</sup>))

U<sub>n</sub> = Tensión entre fase y neutro (V)

#### c) Cálculo conductividad eléctrica:

$$\mu = \frac{1}{\rho}$$

$$\rho = \rho_{20} \times (1 + \alpha(T - 20))$$

$$(T_{max} - T_0) * \left( \frac{I}{I_{max}} \right)^2$$

Donde:

$\mu$  = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$Cu = 0.018$

$Al = 0.029$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$Cu = 0.00392$

$Al = 0.00403$

T = Temperatura del conductor (°C).

T0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

Tmáx. = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

Imáx. = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

#### d) Cálculo de cortocircuitos:

Intensidad permanente de cortocircuito en inicio de la línea:

$$I_{pcci} = \frac{Ct \times U}{Zt \times \sqrt{3}}$$

Donde:

IpccI: Intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Zt: Impedancia total en ohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

Intensidad permanente de cortocircuito en final de la línea:

$$I_{pccf} = \frac{Ct \times U}{Zt \times 2}$$

Donde:

IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

UF: Tensión monofásica en V.

Zt: Impedancia total en ohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito:

$$Zt = \sqrt{Rt^2 + Xt^2}$$

Donde:

Rt:  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt:  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

La impedancia del transformador:

$$Z = X = U_s^2 \frac{U_{cc}}{100 \times S}$$

Donde:

Us = tensión en vacío entre fases en voltios.

Ucc = tensión de cortocircuito en % (4%)

S = potencia aparente en KVA (800 KVA)

Z, X = impedancia o reactancia al secundario en mΩ.

Impedancia de la red:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Donde:

R = resistencia del conductor (Ω).

ρ = resistividad del conductor (en nuestro caso cobre).

L = longitud del conductor.

S = sección por fase del conductor.

Impedancia aparamenta (X):

Zap= 0,15 Ω

Tiempo máximo que soporta un conductor:

$$t_{mcicc} = \frac{Cc \times S^2 \times \Delta T}{I^2 pccF}$$

Donde:

tmcicc: Tiempo máximo en seg. que un conductor soporta una Ipcc.

Cc: Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

ΔT: 90 para PVC y 160 para XLPE.

Tiempo de fusión de un fusible:

$$t_{ficc} = \frac{K_{fusible}}{I^2 pcc F}$$

Donde:

$t_{ficc}$ : Tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

$I_{pccF}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

Longitud máxima del conductor:

$$L_{max} = \frac{0,8 \times U_f}{2 \times I_{f5}} \times \sqrt{\left(\frac{1,5}{k \times S \times n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \times 1000}\right)^2}$$

Donde:

$L_{max}$ : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles).

$U_f$ : Tensión de fase (V).

$K$ : Conductividad.

$S$ : Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

$X_u$ : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

$n$ : nº de conductores por fase

$C_t$ : Es el coeficiente de tensión ( $C_t=0,8$ ).

$CR$ : Es el coeficiente de resistencia ( $CR=1,5$ ).

$I_{f5}$  = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 seg.

Curvas válidas:

(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B IMAG = 5  $I_n$

CURVA C IMAG = 10  $I_n$

CURVA D y MA IMAG = 20  $I_n$

**e) Cálculo de embarrado**

*Cálculo electrodinámico:*

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Donde:

$\sigma_{max}$ : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm<sup>2</sup>)

$I_{pcc}$ : Intensidad permanente de c.c. (kA)

$L$ : Separación entre apoyos (cm)

$d$ : Separación entre pletinas (cm)

$n$ : nº de pletinas por fase

$W_y$ : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm<sup>3</sup>)

$\sigma_{adm}$ : Tensión admisible material (kg/cm<sup>2</sup>)



### **2.3.3. Dimensionado de los conductores según la intensidad nominal**

El dimensionado de la sección de los conductores en función de la intensidad nominal que circula por los conductores de la instalación consiste en definir la sección de éstos, en mm<sup>2</sup>, para que permitan el paso de toda la intensidad que circula en condiciones normales de servicio.

Se debe tener en cuenta que cuando circula corriente por un conductor se produce un calentamiento de éste, debido a pérdidas de energía en forma de calor por efecto Joule, hasta que se llega al equilibrio térmico, es decir, cuando todo el calor que se produce es cedido al exterior. La temperatura de equilibrio se encuentra en función del volumen del conductor, de su aislante y de las condiciones ambientales a las que se encuentra el conductor.

Para realizar el cálculo de las intensidades se utilizan las fórmulas correspondientes del anterior apartado según se trate de un sistema trifásico o monofásico.

### **2.3.4. Dimensionado de los conductores según la caída de tensión**

El cálculo de este apartado se realiza para tener la certeza de que la sección del conductor no provoca una caída de tensión muy pronunciada. La caída de tensión depende de la sección, la conductividad del material y la longitud del cable. Se puede ver la fórmula que dictamina el comportamiento de esta en el punto 2.3.2.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea más pequeña del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los otros usos ya que el centro de transformación es propio y podemos compensar esta caída con la de la derivación individual.

### **2.3.5. Dimensionado de las canalizaciones**

El diámetro exterior mínimo de los tubos, de acuerdo con el número y la sección de los conductores, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación. Los diámetros de los tubos están indicados en los planos de los esquemas unificares.

Para realizar el cálculo de las canalizaciones a instalar se ha tenido en cuenta si son canalizaciones enterradas, superficiales y en bandejas.

Las canalizaciones serán tubos que deberán tener un diámetro exterior mínimo según el número y la sección de los conductores que pasen por su interior. A continuación se muestra en la siguiente tabla los diámetros mínimos.

**a) Canalizaciones enterradas:**

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	-

Tabla 6

**b) Canalizaciones superficiales:**

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	25
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	32
35	25	32	40	40	40
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	-
185	50	63	75	-	-
240	50	75	-	-	-

Tabla 7

### c) Canalizaciones en bandeja:

Dimensiones	150x3000	200x3000	250x3000	300x3000	400x3000
S. Útil (mm <sup>2</sup> )	1500	2000	2500	3000	4000
Carga max. (Kg/m) soportes cada 1,5m	45,2	72,7	76,5	84,5	96,3

Tabla 8

En el caso de bandejas el número de cables a transportar irá en función de la bandeja metálica. El uso de bandejas metálicas se aplicará en los tramos que se puedan sujetar al techo o bien a algún otro elemento de protección.

Las bandejas metálicas se han de conectar a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica garantizada.

### 2.3.6. Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos mediante el programa DMELECT, pudiendo observar la sección de cada línea, la intensidad de cálculo, la intensidad admisible, la caída de tensión parcial y la caída de tensión total.

#### Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 65116.5 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $4000 \times 1.25 + 95311.7 = 100311.7$  W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 100311.7 / 1.732 \times 400 \times 0.9 = 160.88 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x70/35mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 176 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 125 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.31

$$e(\text{parcial}) = 30 \times 100311.7 / 27.83 \times 400 \times 70 = 3.86 \text{ V.} = 0.97 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.97\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

#### Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 65116.5 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $4000 \times 1.25 + 95311.7 = 100311.7$  W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 100311.7 / 1.732 \times 400 \times 0.9 = 160.88 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm<sup>2</sup>Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K (AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 140 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.64

$e(\text{parcial}) = 25 \times 100311.7 / 46.05 \times 400 \times 95 = 1.43 \text{ V.} = 0.36 \%$

$e(\text{total}) = 0.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 200 A.

#### Cálculo de la Línea: Bomba

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.13

$e(\text{parcial}) = 20 \times 5000 / 50.21 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.99 \text{ V.} = 0.5 \%$

$e(\text{total}) = 0.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

#### Cálculo de la Línea: Focos

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 40000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $72000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 72000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 129.91 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 149 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.8

$e(\text{parcial}) = 2 \times 72000 / 47.57 \times 400 \times 70 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 0.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$



Protección Térmica en Principio de Línea  
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 139 A.

## SUBCUADRO

### Focos

#### Cálculo de la Línea: Torre 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu ( $m\Omega/m$ ): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
18000 W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I=18000/230 \times 0.8=97.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 104 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 65 \times 18000 / 46.98 \times 230 \times 35 = 6.19 \text{ V.} = 2.69 \%$$

$$e(\text{total})=3.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea  
I. Aut. /Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.  
Protección diferencial en Principio de Línea  
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

## SUBCUADRO

### Torre 1

#### Cálculo de la Línea: Foco 1A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu ( $m\Omega/m$ ): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2000x1.8=3600 W.

$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3600 / 49.7 \times 230 \times 4 = 2.36 \text{ V.} = 1.03 \%$$

$$e(\text{total})=4.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 1B

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2000 \times 1.8 = 3600$  W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 27 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 50.08  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3600 / 49.7 \times 230 \times 4 = 2.36 \text{ V.} = 1.03 \%$   
 $e(\text{total}) = 4.1\% \text{ ADMIS } (4.5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 1 C

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2000 \times 1.8 = 3600$  W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 27 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 50.08  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3600 / 49.7 \times 230 \times 4 = 2.36 \text{ V.} = 1.03 \%$   
 $e(\text{total}) = 4.1\% \text{ ADMIS } (4.5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 1D

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2000 \times 1.8 = 3600$  W.



$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3600 / (49.7 \times 230 \times 4)=2.36 \text{ V.}=1.03 \%$$

$$e(\text{total})=4.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Foco 1E

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2000 \times 1.8=3600 \text{ W.}$$

$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3600 / (49.7 \times 230 \times 4)=2.36 \text{ V.}=1.03 \%$$

$$e(\text{total})=4.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **CALCULO DE EMBARRADO Torre 1**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24

- Ancho (mm): 12

- Espesor (mm): 2

- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

##### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.35^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 717.722 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 97.83 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 2.35 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Torre 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
18000 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 18000 / 230 \times 0.8 = 97.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 125 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.37

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 130 \times 18000 / 48.29 \times 230 \times 50 = 8.43 \text{ V.} = 3.66 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA.

**SUBCUADRO**

**Torre 2**

Cálculo de la Línea: Foco 2A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2000x1.8=3600 W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.94

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10 = 0.92 \text{ V.} = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$





Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 2B

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2000 \times 1.8 = 3600$  W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 50 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 42.94  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10 = 0.92 \text{ V.} = 0.4 \%$   
 $e(\text{total}) = 4.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 2C

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2000 \times 1.8 = 3600$  W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 50 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 42.94  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10 = 0.92 \text{ V.} = 0.4 \%$   
 $e(\text{total}) = 4.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 2D

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2000 \times 1.8 = 3600$  W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.94

e(parcial)= $2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10 = 0.92$  V.=0.4 %

e(total)=4.45% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Foco 2E

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2000x1.8=3600 W.

I=3600/230x1=15.65 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.94

e(parcial)= $2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10 = 0.92$  V.=0.4 %

e(total)=4.45% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **CALCULO DE EMBARRADO Torre 2**

##### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

##### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.97^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 506.489 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 97.83 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.97 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Torre 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
18000 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 18000 / 230 \times 0.8 = 97.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 125 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable (°C): } 58.37$$
$$e(\text{parcial}) = 2 \times 130 \times 18000 / 48.29 \times 230 \times 50 = 8.43 \text{ V.} = 3.66 \%$$
$$e(\text{total}) = 4.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea  
I. Aut./Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.  
Protección diferencial en Principio de Línea  
Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA.

**SUBCUADRO**  
**Torre 3**

Cálculo de la Línea: Foco 3A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2000x1.8=3600 W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable (°C): } 42.94$$
$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10 = 0.92 \text{ V.} = 0.4 \%$$
$$e(\text{total}) = 4.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 3B

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu ( $m\Omega/m$ ): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2000 \times 1.8 = 3600$  W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 42.94  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10 = 0.92 \text{ V.} = 0.4 \%$   
 $e(\text{total}) = 4.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 3C

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu ( $m\Omega/m$ ): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2000 \times 1.8 = 3600$  W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 42.94  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10 = 0.92 \text{ V.} = 0.4 \%$   
 $e(\text{total}) = 4.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 3D

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu ( $m\Omega/m$ ): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2000 \times 1.8 = 3600$  W.



$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.94

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10=0.92 \text{ V.}=0.4 \%$$

$$e(\text{total})=4.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Foco 3E

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu (m $\Omega$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2000 \times 1.8=3600 \text{ W.}$$

$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.94

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3600 / 50.97 \times 230 \times 10=0.92 \text{ V.}=0.4 \%$$

$$e(\text{total})=4.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **CALCULO DE EMBARRADO Torre 3**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d (cm): 10

- Separación entre apoyos, L (cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24

- Ancho (mm): 12

- Espesor (mm): 2

- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

##### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.97^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 506.489 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 97.83 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.97 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Torre 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
18000 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 18000 / 230 \times 0.8 = 97.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 104 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable (°C): } 66.54$$
$$e(\text{parcial}) = 2 \times 65 \times 18000 / 46.98 \times 230 \times 35 = 6.19 \text{ V.} = 2.69 \%$$
$$e(\text{total}) = 3.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea  
I. Aut./Bip. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.  
Protección diferencial en Principio de Línea  
Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA.

**SUBCUADRO**

**Torre 4**

Cálculo de la Línea: Foco 4A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2000x1.8=3600 W.

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable (°C): } 50.08$$
$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3600 / 49.7 \times 230 \times 4 = 2.36 \text{ V.} = 1.03 \%$$
$$e(\text{total}) = 4.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 4B

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2000x1.8=3600 W.

$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 50.08  
 $e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3600 / 49.7 \times 230 \times 4 = 2.36 \text{ V.} = 1.03 \%$   
 $e(\text{total})=4.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 4C

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2000x1.8=3600 W.

$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 50.08  
 $e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3600 / 49.7 \times 230 \times 4 = 2.36 \text{ V.} = 1.03 \%$   
 $e(\text{total})=4.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Foco 4D

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2000x1.8=3600 W.



$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3600 / (49.7 \times 230 \times 4)=2.36 \text{ V.}=1.03 \%$$

$$e(\text{total})=4.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Foco 4E

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos φ: 1; Xu (mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2000 \times 1.8=3600 \text{ W.}$$

$$I=3600/230 \times 1=15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 3600 / (49.7 \times 230 \times 4)=2.36 \text{ V.}=1.03 \%$$

$$e(\text{total})=4.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **CALCULO DE EMBARRADO Torre 4**

##### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d (cm): 10

- Separación entre apoyos, L (cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24

- Ancho (mm): 12

- Espesor (mm): 2

- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

##### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.35^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 717.722 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$





b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 97.83 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 2.35 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

**CALCULO DE EMBARRADO Focos**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d (cm): 10
- Separación entre apoyos, L (cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 45
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 3
- W<sub>x</sub>, I<sub>x</sub>, W<sub>y</sub>, I<sub>y</sub> (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.112, 0.084, 0.022, 0.003
- I. admisible del embarrado (A): 170

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 4.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.022 \cdot 1) = 819.824 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 129.91 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 170 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 4.16 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 45 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 10.44 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Cocina

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos φ: 0.8; X<sub>u</sub> (mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 8525 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
2000x1.25+6525=9025 W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 9025 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 16.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 47.77  
 $e(\text{parcial})=2 \times 9025/50.1 \times 400 \times 6=0.15 \text{ V.}=0.04 \%$   
 $e(\text{total})=0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea  
I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

## SUBCUADRO Cocina 1

### Cálculo de la Línea: Cafetera

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu ( $m\Omega/m$ ): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $2000 \times 1.25=2500 \text{ W.}$

$I=2500/230 \times 0.8 \times 1=13.59 \text{ A.}$   
Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5+TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 52.56  
 $e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 2500/49.27 \times 230 \times 2.5 \times 1=6.18 \text{ V.}=2.69 \%$   
 $e(\text{total})=3.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### Cálculo de la Línea: Microondas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 36 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu ( $m\Omega/m$ ): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1000 \times 1.25=1250 \text{ W.}$

$I=1250/230 \times 0.8 \times 1=6.79 \text{ A.}$   
Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5+TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 43.14  
 $e(\text{parcial})=2 \times 36 \times 1250/50.94 \times 230 \times 2.5 \times 1=3.07 \text{ V.}=1.34 \%$   
 $e(\text{total})=1.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$



Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 5525 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $350 \times 1.25 + 5175 = 5612.5$  W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 5612.5 / 230 \times 0.8 = 30.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.54  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 5612.5 / 47.78 \times 230 \times 6 = 0.34 \text{ V.} = 0.15 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.54\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 32 A.

## SUBCUADRO Cocina 2

Cálculo de la Línea: Cámara frigorífica

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $350 \times 1.25 = 437.5$  W.

$$I = 437.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 2.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 437.5 / 51.44 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.04 \text{ V.} = 0.45 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.99\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$



Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Toma cocina

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 37 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$  (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 5175 W.
- Potencia de cálculo: 5175 W.

$$I = 5175 / 230 \times 0.8 = 28.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.31

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 37 \times 5175 / 48.3 \times 230 \times 6 = 5.75 \text{ V.} = 2.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 30 A.

**CALCULO DE EMBARRADO**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.34^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1161.354 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 30.5 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.34 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

## CALCULO DE EMBARRADO Cocina

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d (cm): 10
- Separación entre apoyos, L (cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- I. admisible del embarrado (A): 185

### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.74^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 1093.386 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 16.28 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 185 \text{ A}$$

### c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.74 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 9.28 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: Alumbrado

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 2759 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
4954.2 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 4954.2 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 8.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.34

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 4954.2 / 51.08 \times 400 \times 6 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.



## SUBCUADRO Alumbrado

### Cálculo de la Línea: R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 930 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1674 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=1674/230 \times 0.8=9.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.92

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 1674 / 51.16 \times 230 \times 6 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

## SUBCUADRO R

### Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 80 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
144 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=144/230 \times 0.8=0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 144 / 51.51 \times 230 \times 6 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Protección Térmica en Principio de Línea  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

## SUBCUADRO Almacén 1

### Cálculo de la Línea: Almacén 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 32 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 72 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $72 \times 1.8 = 129.6 \text{ W.}$

$$I = 129.6 / 230 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.04

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 32 \times 129.6 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.47 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

### Cálculo de la Línea: Almacén 1 emer.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 32 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 8 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $8 \times 1.8 = 14.4 \text{ W.}$

$$I = 14.4 / 230 \times 1 = 0.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 32 \times 14.4 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.43\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

## CALCULO DE EMBARRADO

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5



Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1043.171 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 0.78 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.16 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 38 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
68.4 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 68.4 / 230 \times 0.8 = 0.37 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 68.4 / 51.52 \times 230 \times 6 = 0 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

**SUBCUADRO**

**Almacén 2**

Cálculo de la Línea: Almacén 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;

---

Campo de fútbol de Santesteban





- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $30 \times 1.8 = 54 \text{ W}$ .

$$I = 54 / 230 \times 1 = 0.23 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 54 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.18 \text{ V} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.48\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

#### Cálculo de la Línea: Almacén 2 emer.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 32 m;  $\cos \phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 8 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $8 \times 1.8 = 14.4 \text{ W}$ .

$$I = 14.4 / 230 \times 1 = 0.06 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 32 \times 14.4 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.05 \text{ V} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

### **CALCULO DE EMBARRADO**

#### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas,  $d(\text{cm})$ : 10
- Separación entre apoyos,  $L(\text{cm})$ : 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

#### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1043.171 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 0.37 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.16 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 80 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
144 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 144 / 230 \times 0.8 = 0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 144 / 51.51 \times 230 \times 6 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

**SUBCUADRO**

**Almacén 3**

Cálculo de la Línea: Almacén 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 72 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
72x1.8=129.6 W.

$$I = 129.6 / 230 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 129.6 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.51 \text{ V.} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: Almacén 3 emer.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 8 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $8 \times 1.8 = 14.4$  W.

$$I = 14.4 / 230 \times 1 = 0.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 14.4 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.43\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

**CALCULO DE EMBARRADO**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  ( $\text{cm}^3, \text{cm}^4$ ): 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1043.171 \leq 1200$$

kg/cm<sup>2</sup> Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 0.78 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.16 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea:



- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 152 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
273.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=273.6/230 \times 0.8=1.49 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 273.6 / 51.51 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

## SUBCUADRO

### Contadores

#### Cálculo de la Línea: Contadores

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 7 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 144 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
144x1.8=259.2 W.

$$I=259.2/230 \times 1=1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial})=2 \times 7 \times 259.2 / 51.5 \times 230 \times 2.5 = 0.12 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

#### Cálculo de la Línea: Contadores emer.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 7 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 8 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
8x1.8=14.4 W.

$$I=14.4/230 \times 1=0.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial}) = 2 \times 7 \times 14.4 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.41 \%$  ADMIS (4.5% MAX.)

## CALCULO DE EMBARRADO

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm²): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm³, cm⁴) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1043.171 \leq 1200$$

kg/cm² Cu

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 1.49 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 140 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.16 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: Gradass

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 185 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 580 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $580 \times 1.8 = 1044 \text{ W}$ .

$$I = 1044 / 230 = 4.54 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.48

$e(\text{parcial}) = 2 \times 185 \times 1044 / 51.43 \times 230 \times 6 = 5.44 \text{ V} = 2.37 \%$

$e(\text{total}) = 2.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

## CALCULO DE EMBARRADO R

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm²): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y \text{ (cm}^3, \text{cm}^4 \text{)} : 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013$
- I. admisible del embarrado (A): 185

### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.53^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 975.522 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 9.1 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 185 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.53 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 9.28 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} : 0$ ;
- Potencia a instalar: 1057 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1890.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 1890.6 / 230 \times 0.8 = 10.27 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 42.44  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 1890.6 / 51.06 \times 230 \times 6 = 0.05 \text{ V} = 0.02 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial en Principio de Línea  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

## SUBCUADRO S

### Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 505 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
897 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I = 897 / 230 \times 0.8 = 4.88 \text{ A.}$   
Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.55  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 897 / 51.41 \times 230 \times 6 = 0.05 \text{ V} = 0.02 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

## SUBCUADRO Árbitros

### Cálculo de la Línea: Árbitros

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 466 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $466 \times 1.8 = 838.8 \text{ W.}$

$I = 838.8 / 230 \times 1 = 3.65 \text{ A.}$   
Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 41.77

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 838.8 / 51.19 \times 230 \times 1.5 = 1.42 \text{ V} = 0.62 \%$

$e(\text{total}) = 1.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

#### Cálculo de la Línea: Árbitros emer.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 39 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $24 \times 1.8 + 15 = 58.2 \text{ W}.$

$I = 58.2 / 230 \times 1 = 0.25 \text{ A}.$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

L.ad. a 40°C ( $F_c = 1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 58.2 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.1 \text{ V} = 0.04 \%$

$e(\text{total}) = 0.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

### **CALCULO DE EMBARRADO**

#### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas,  $d(\text{cm})$ : 10
- Separación entre apoyos,  $L(\text{cm})$ : 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

#### a) Cálculo electrodinámico

$\sigma_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1043.171 \leq 1200$   
 $\text{kg/cm}^2 \text{ Cu}$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$I_{\text{cal}} = 4.88 \text{ A}$

$I_{\text{adm}} = 140 \text{ A}$

#### c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$I_{\text{pcc}} = 3.16 \text{ kA}$



$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 552 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
993.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 993.6 / 230 \times 0.8 = 5.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.67

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 993.6 / 51.39 \times 230 \times 6 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.43\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **SUBCUADRO**

**2**

### Cálculo de la Línea: Cafetería

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 488 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
488x1.8=878.4 W.

$$I = 878.4 / 230 \times 1 = 3.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.94

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 60 \times 878.4 / 51.16 \times 230 \times 1.5 = 5.97 \text{ V.} = 2.6 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

### Cálculo de la Línea: Cafetería emer.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 64 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
64x1.8=115.2 W.



$$I=115.2/230 \times 1=0.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 115.2/51.51 \times 230 \times 1.5=0.78 \text{ V.}=0.34 \%$$

$$e(\text{total})=0.76\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

## CALCULO DE EMBARRADO 2

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  ( $\text{cm}^3, \text{cm}^4$ ): 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1043.171 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 5.4 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 140 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.16 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

## CALCULO DE EMBARRADO S

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5



Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- I. admisible del embarrado (A): 185

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.53^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 975.522 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 10.27 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 185 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.53 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 9.28 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 772 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1389.6 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 1389.6 / 230 \times 0.8 = 7.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.32

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 1389.6 / 51.27 \times 230 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial en Principio de Línea  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

**SUBCUADRO**

**T**

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

$$386 \text{ W}$$

$$386 \text{ W}$$



TOTAL....

772 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 772

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 386 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
694.8 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=694.8/230 \times 0.8=3.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.33

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 694.8 / 51.45 \times 230 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

**SUBCUADRO**

**Vestuario 1**

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Vestuario 1	338 W
Vestuario 1 emer.	48 W
TOTAL....	386 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 386

Cálculo de la Línea: Vestuario 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 338 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):



$$338 \times 1.8 = 608.4 \text{ W.}$$

$$I = 608.4 / 230 \times 1 = 2.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 608.4 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.75 \text{ V.} = 1.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

#### Cálculo de la Línea: Vestuario 1 emer.

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 40 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 48 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$48 \times 1.8 = 86.4 \text{ W.}$$

$$I = 86.4 / 230 \times 1 = 0.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 86.4 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.39 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

### **CALCULO DE EMBARRADO**

#### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10

- Separación entre apoyos, L(cm): 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30

- Ancho (mm): 15

- Espesor (mm): 2

- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001

- I. admisible del embarrado (A): 140

#### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1043.171 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 3.78 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.16 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 386 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
694.8 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 694.8 / 230 \times 0.8 = 3.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable (°C): } 40.33$$
$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 694.8 / 51.45 \times 230 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$$
$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

**SUBCUADRO**  
**Vestuario 2**

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Vestuario 2	338 W
Vestuario 2 emer.	48 W
TOTAL....	386 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 386

Cálculo de la Línea: Vestuario 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 338 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
338x1.8=608.4 W.



$$I=608.4/230 \times 1=2.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.93

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 608.4 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.4 \text{ V.} = 1.05 \%$$

$$e(\text{total})=1.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

#### Cálculo de la Línea: Vestuario 2 emer.

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 35 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 48 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $48 \times 1.8 = 86.4 \text{ W.}$

$$I=86.4/230 \times 1=0.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.02

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 86.4 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.34 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.56\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

### **CALCULO DE EMBARRADO**

#### Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas,  $d(\text{cm})$ : 10

- Separación entre apoyos,  $L(\text{cm})$ : 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección ( $\text{mm}^2$ ): 30

- Ancho (mm): 15

- Espesor (mm): 2

-  $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001

- I. admisible del embarrado (A): 140

#### a) Cálculo electrodinámico



$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.16^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1043.171 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 3.78 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.16 \text{ kA}$$
$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

**CALCULO DE EMBARRADO T**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- I. admisible del embarrado (A): 185

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.53^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 975.522 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 7.55 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 185 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.53 \text{ kA}$$
$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 9.28 \text{ kA}$$

**CALCULO DE EMBARRADO Alumbrado**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10





- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- I. admisible del embarrado (A): 185

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.74^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 1093.386 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 8.94 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 185 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.74 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 9.28 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Tomas de corriente

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 9832.5 W.
- Potencia de cálculo:  
9832.5 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 9832.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 17.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.22

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 9832.5 / 49.85 \times 400 \times 6 = 0.16 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

**SUBCUADRO**

**Tomas de corriente**

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:



R	2070 W
R	1552.5 W
S	1552.5 W
S	1552.5 W
T	1552.5 W
T	1552.5 W
TOTAL....	9832.5 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 9832.5

#### Cálculo de la Línea: R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2070 W.
- Potencia de cálculo:  
2070 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=2070/230 \times 0.8=11.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.93

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 2070 / 50.97 \times 230 \times 6 = 0.12 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

#### **SUBCUADRO**

**R**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Cafetería T3	517.5 W
Cafetería T2	517.5 W
Cafetería T1	517.5 W
Árbitros T4	517.5 W
TOTAL....	2070 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 2070

#### Cálculo de la Línea: Cafetería T3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 45 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 45 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 1.58 \text{ V.} = 0.68 \%$$

$$e(\text{total})=1.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Cafetería T2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 38 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 38 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 1.33 \text{ V.} = 0.58 \%$$

$$e(\text{total})=1.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Cafetería T1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 45 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 1.58 \text{ V.} = 0.68 \%$$

$$e(\text{total})=1.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Árbitros T4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 6 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

**CALCULO DE EMBARRADO R**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.34^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1161.354 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 11.25 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito



$$I_{pcc} = 3.34 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: R

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1552.5 W.
- Potencia de cálculo:  
1552.5 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 1552.5 / 230 \times 0.8 = 8.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 1552.5 / 51.21 \times 230 \times 6 = 0.09 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

#### **SUBCUADRO**

**R**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Árbitros T3	517.5 W
Árbitros T2	517.5 W
Árbitros T1	517.5 W
TOTAL....	1552.5 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1552.5

#### Cálculo de la Línea: Arbitros T3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;



- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 6 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.21 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Árbitros T2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 12 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.42 \text{ V.}=0.18 \%$$

$$e(\text{total})=0.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Árbitros T1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 12 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.42 \text{ V.}=0.18 \%$$

$$e(\text{total})=0.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:



I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

## CALCULO DE EMBARRADO R

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.34^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1161.354 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 8.44 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

### c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.34 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1552.5 W.
- Potencia de cálculo:  
1552.5 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 1552.5 / 230 \times 0.8 = 8.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 1552.5 / 51.21 \times 230 \times 6 = 0.09 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Protección diferencial en Principio de Línea  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

## SUBCUADRO S

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Vestuario 2 T4	517.5 W
Vestuario 2 T3	517.5 W
Vestuario 2 T2	517.5 W
TOTAL....	1552.5 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1552.5

### Cálculo de la Línea: Vestuario 2 T4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 7 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 7 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.11 \%$$

$$e(\text{total})=0.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### Cálculo de la Línea: Vestuario 2 T3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 12 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.42 \text{ V.}=0.18 \%$$





e(total)=0.62% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Vestuario 2 T2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$I=517.5/230 \times 0.8=2.81$  A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.53$  V.=0.23 %

e(total)=0.67% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **CALCULO DE EMBARRADO S**

##### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

##### a) Cálculo electrodinámico

$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.34^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1161.354 \leq 1200$   
kg/cm<sup>2</sup> Cu

##### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$I_{cal} = 8.44$  A

$I_{adm} = 140$  A

##### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito



$$I_{pcc} = 3.34 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: S

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1552.5 W.
- Potencia de cálculo:  
1552.5 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 1552.5 / 230 \times 0.8 = 8.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 1552.5 / 51.21 \times 230 \times 6 = 0.09 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

#### **SUBCUADRO**

**S**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Vestuario 2 T1	517.5 W
Vestuario 1 T4	517.5 W
Vestuario 1 T3	517.5 W
TOTAL....	1552.5 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1552.5

#### Cálculo de la Línea: Vestuario 2 T1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;



- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.7 \text{ V.} = 0.3 \%$$

$$e(\text{total})=0.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Vestuario 1 T4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 27 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 27 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.95 \text{ V.} = 0.41 \%$$

$$e(\text{total})=0.85\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Vestuario 1 T3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 1.05 \text{ V.} = 0.46 \%$$

$$e(\text{total})=0.89\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:



I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

## CALCULO DE EMBARRADO S

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.34^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1161.354 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 8.44 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

### c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.34 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

### Cálculo de la Línea: T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1552.5 W.
- Potencia de cálculo:  
1552.5 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 1552.5 / 230 \times 0.8 = 8.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 1552.5 / 51.21 \times 230 \times 6 = 0.09 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Protección diferencial en Principio de Línea  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

## SUBCUADRO T

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Vestuario 1 T2	517.5 W
Vestuario 1 T1	517.5 W
Contadores	517.5 W
TOTAL....	1552.5 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1552.5

### Cálculo de la Línea: Vestuario 1 T2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.35 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### Cálculo de la Línea: Vestuario 1 T1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.53 \text{ V.}=0.23 \%$$



$e(\text{total})=0.67\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Contadores

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.33

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 517.5 / 51.46 \times 230 \times 4 = 0.11 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.49\%$$
 ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### **CALCULO DE EMBARRADO T**

##### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y$  (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

##### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.34^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1161.354 \leq 1200$$

kg/cm<sup>2</sup> Cu

##### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 8.44 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 140 \text{ A}$$

##### c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito



$$I_{pcc} = 3.34 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: T

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1552.5 W.
- Potencia de cálculo:  
1552.5 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 1552.5 / 230 \times 0.8 = 8.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 1552.5 / 51.21 \times 230 \times 6 = 0.09 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

#### **SUBCUADRO**

**T**

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Toma almacén 3	517.5 W
Toma almacén 2	517.5 W
Toma Almacén 1	517.5 W
TOTAL....	1552.5 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1552.5

#### Cálculo de la Línea: Toma almacén 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;



- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 1.05 \text{ V.} = 0.46 \%$$

$$e(\text{total})=0.89\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Toma almacén 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 23 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 23 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.81 \text{ V.} = 0.35 \%$$

$$e(\text{total})=0.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Toma Almacén 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 27 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 517.5 W.
- Potencia de cálculo: 517.5 W.

$$I=517.5/230 \times 0.8=2.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$$e(\text{parcial})=2 \times 27 \times 517.5 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.95 \text{ V.} = 0.41 \%$$

$$e(\text{total})=0.85\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:





I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

## CALCULO DE EMBARRADO T

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d (cm): 10
- Separación entre apoyos, L (cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.34^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1161.354 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 8.44 \text{ A}$$
$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

### c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.34 \text{ kA}$$
$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

## CALCULO DE EMBARRADO

### Tomas de corriente

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d (cm): 10
- Separación entre apoyos, L (cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>): 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- I. admisible del embarrado (A): 185



a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.74^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 1093.386 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 17.74 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 185 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.74 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 9.28 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

**Cuadro General de Mando y Protección**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
ACOMETIDA	100311.7	30	3x70/35Al	160.88	176	0.97	0.97	125
LINEA GENERAL ALIMENT.	100311.7	25	4x95+TTx50Cu	180.99	224	0.36	0.36	140
Bomba	5000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	18.5	0.5	0.86	20
Focos	72000	2	4x70+TTx35Cu	129.91	149	0.03	0.39	63
Cocina	9025	2	4x6+TTx6Cu	16.28	32	0.04	0.4	25
Alumbrado	4954.2	2	4x6+TTx6Cu	8.94	32	0.02	0.38	25
Tomas de corriente	9832.5	2	4x6+TTx6Cu	17.74	32	0.04	0.4	25

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pcc</sub> I (kA)	P de C (kA)	I <sub>pcc</sub> F (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
ACOMETIDA	30	3x70/35Al	5.77		2310.49	8.11			
LINEA GENERAL ALIMENT.	25	4x95+TTx50Cu	4.64	50	2101.98	41.77	1.912	250.99	200
Bomba	20	4x2.5+TTx2.5Cu	4.22	4.5	447.28	0.41			16; B, C, D
Focos	2	4x70+TTx35Cu	4.22	4.5	2080.55	14.97			160; B, C
Cocina	2	4x6+TTx6Cu	4.22	4.5	1868.18	0.14			32; B, C, D



## Cálculos Iñigo Ostiz Escalada

Alumbrado	2	4x6+TTx6Cu	4.22	4.5	1868.18	0.14	16; B, C, D
Tomas de corriente	2	4x6+TTx6Cu	4.22	4.5	1868.18	0.14	20; B, C, D

### Subcuadro Focos

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Torre 1	18000	65	2x35+TTx16Cu	97.83	104	2.69	3.08	40
Torre 2	18000	130	2x50+TTx25Cu	97.83	125	3.66	4.05	50
Torre 3	18000	130	2x50+TTx25Cu	97.83	125	3.66	4.05	50
Torre 4	18000	65	2x35+TTx16Cu	97.83	104	2.69	3.08	40

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Torre 1	65	2x35+TTx16Cu	4.18	4.5	1173.89	11.76			100; B, C
Torre 2	130	2x50+TTx25Cu	4.18	4.5	986.13	34			100; B
Torre 3	130	2x50+TTx25Cu	4.18	4.5	986.13	34			100; B
Torre 4	65	2x35+TTx16Cu	4.18	4.5	1173.89	11.76			100; B, C

### Subcuadro Torre 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Foco 1A	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20
Foco 1B	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20
Foco 1 C	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20
Foco 1D	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20
Foco 1E	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Foco 1A	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D
Foco 1B	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D
Foco 1 C	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D
Foco 1D	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D
Foco 1E	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D

### Subcuadro Torre 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Foco 2A	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25
Foco 2B	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25
Foco 2C	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25
Foco 2D	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25
Foco 2E	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Foco 2A	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D
Foco 2B	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D
Foco 2C	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D
Foco 2D	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D
Foco 2E	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D

### Subcuadro Torre 3

Denominación	P.Cálculo	Dist.Cálc	Sección	I.Cálculo	I.Adm.	C.T.Parc.	C.T.Total	Dimensiones (mm)
--------------	-----------	-----------	---------	-----------	--------	-----------	-----------	------------------

Campo de fútbol de Santesteban

Página 82



## Cálculos Iñigo Ostiz Escalada

	(W)	(m)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(%)	(%)	Tubo, Canal, Band.
Foco 3A	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25
Foco 3B	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25
Foco 3C	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25
Foco 3D	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25
Foco 3E	3600	15	2x10+TTx10Cu	15.65	50	0.4	4.45	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Foco 3A	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D
Foco 3B	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D
Foco 3C	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D
Foco 3D	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D
Foco 3E	15	2x10+TTx10Cu	1.98	4.5	740.85	2.41			16; B, C, D

### Subcuadro Torre 4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Foco 4A	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20
Foco 4B	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20
Foco 4C	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20
Foco 4D	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20
Foco 4E	3600	15	2x4+TTx4Cu	15.65	27	1.03	4.1	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Foco 4A	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D
Foco 4B	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D
Foco 4C	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D
Foco 4D	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D
Foco 4E	15	2x4+TTx4Cu	2.36	4.5	590.77	0.61			16; B, C, D

### Subcuadro Cocina

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Cafetera	2500	35	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	21	2.69	3.08	20
Microondas	1250	36	2x2.5+TTx2.5Cu	6.79	21	1.34	1.73	20
	5612.5	2	2x6+TTx6Cu	30.5	36	0.15	0.54	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Cafetera	35	2x2.5+TTx2.5Cu	3.75	4.5	270.16	1.13			16; B, C
Microondas	36	2x2.5+TTx2.5Cu	3.75	4.5	263.55	1.19			16; B, C
	2	2x6+TTx6Cu	3.75	4.5	1669.51	0.17			32; B, C, D

### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Cámara frigorífica	437.5	35	2x2.5+TTx2.5Cu	2.38	21	0.45	0.99	20
Toma cocina	5175	37	2x6+TTx6Cu	28.12	36	2.5	3.04	25



### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Chamarra frigorífica	35	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	264.63	1.18			16; B, C
Toma cocina	37	2x6+TTx6Cu	3.35	4.5	508.33	1.84			30; B, C

### Subcuadro Alumbrado

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
R	1674	1	2x6+TTx6Cu	9.1	36	0.02	0.4	25
S	1890.6	1	2x6+TTx6Cu	10.27	36	0.02	0.4	25
T	1389.6	1	2x6+TTx6Cu	7.55	36	0.02	0.4	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
R	1	2x6+TTx6Cu	3.75		1764.62	0.15			
S	1	2x6+TTx6Cu	3.75		1764.62	0.15			
T	1	2x6+TTx6Cu	3.75		1764.62	0.15			

### Subcuadro R

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
	144	2	2x6+TTx6Cu	0.78	36	0	0.4	25
	68.4	2	2x6+TTx6Cu	0.37	36	0	0.4	25
	144	2	2x6+TTx6Cu	0.78	36	0	0.4	25
	273.6	2	2x6+TTx6Cu	1.49	36	0.01	0.41	25
Gradas	1044	185	2x6+TTx6Cu	4.54	36	2.37	2.77	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
	2	2x6+TTx6Cu	3.54	4.5	1582.28	0.19			10; B, C
	2	2x6+TTx6Cu	3.54	4.5	1582.28	0.19			10; B, C
	2	2x6+TTx6Cu	3.54	4.5	1582.28	0.19			10; B, C
	2	2x6+TTx6Cu	3.54	4.5	1582.28	0.19			10; B, C, D
Gradas	185	2x6+TTx6Cu	3.54	4.5	130.65	27.89			10; B, C

### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Almacén 1	129.6	32	2x1.5+TTx1.5Cu	0.56	15	0.2	0.61	16
Almacén 1 emer.	14.4	32	2x1.5+TTx1.5Cu	0.06	15	0.02	0.43	16

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Almacén 1	32	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		181.11	0.91			
Almacén 1 emer.	32	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		181.11	0.91			

### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Almacén 2	54	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.23	15	0.08	0.48	16
Almacén 2 emer.	14.4	32	2x1.5+TTx1.5Cu	0.06	15	0.02	0.42	16



## Cálculos Iñigo Ostiz Escalada

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Almacén 2	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		191.89	0.81			
Almacén 2 emer.	32	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		181.11	0.91			

### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Almacén 3	129.6	35	2x1.5+TTx1.5Cu	0.56	15	0.22	0.62	16
Almacén 3 emer.	14.4	35	2x1.5+TTx1.5Cu	0.06	15	0.02	0.43	16

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Almacén 3	35	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		167.04	1.07			
Almacén 3 emer.	35	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		167.04	1.07			

### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Contadores	259.2	7	2x2.5+TTx2.5Cu	1.13	21	0.05	0.46	20
Contadores emer.	14.4	7	2x2.5+TTx2.5Cu	0.06	21	0	0.41	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Contadores	7	2x2.5+TTx2.5Cu	3.18		807.68	0.13			
Contadores emer.	7	2x2.5+TTx2.5Cu	3.18		807.68	0.13			

### Subcuadro S

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
2	897	2	2x6+TTx6Cu	4.88	36	0.02	0.42	25
	993.6	2	2x6+TTx6Cu	5.4	36	0.02	0.43	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
2	2	2x6+TTx6Cu	3.54	4.5	1582.28	0.19			10; B, C, D
	2	2x6+TTx6Cu	3.54	4.5	1582.28	0.19			10; B, C

### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Árbitros	838.8	15	2x1.5+TTx1.5Cu	3.65	15	0.62	1.04	16
Árbitros emer.	58.2	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.25	15	0.04	0.47	16



## Cálculos Iñigo Ostiz Escalada

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Árbitros	15	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		345.99	0.25			
Árbitros emer.	15	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		345.99	0.25			

### Subcuadro 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Cafetería	878.4	60	2x1.5+TTx1.5Cu	3.82	15	2.6	3.02	16
Cafetería emer.	115.2	60	2x1.5+TTx1.5Cu	0.5	15	0.34	0.76	16

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Cafetería	60	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		101.37	2.9			
Cafetería emer.	60	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		101.37	2.9			

### Subcuadro T

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
	694.8	2	2x6+TTx6Cu	3.78	36	0.02	0.41	25
	694.8	2	2x6+TTx6Cu	3.78	36	0.02	0.41	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
	2	2x6+TTx6Cu	3.54	4.5	1582.28	0.19			10; B, C
	2	2x6+TTx6Cu	3.54	4.5	1582.28	0.19			10; B, C

### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Vestuario 1	608.4	40	2x1.5+TTx1.5Cu	2.65	15	1.19	1.61	16
Vestuario 1 emer.	86.4	40	2x1.5+TTx1.5Cu	0.38	15	0.17	0.58	16

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Vestuario 1	40	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		147.89	1.36			
Vestuario 1 emer.	40	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		147.89	1.36			

### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Vestuario 2	608.4	35	2x1.5+TTx1.5Cu	2.65	15	1.05	1.46	16
Vestuario 2 emer.	86.4	35	2x1.5+TTx1.5Cu	0.38	15	0.15	0.56	16

### Cortocircuito



## Cálculos Iñigo Ostiz Escalada

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Vestuario 2	35	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		167.04	1.07			
Vestuario 2 emer.	35	2x1.5+TTx1.5Cu	3.18		167.04	1.07			

### Subcuadro Tomas de corriente

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
R	2070	2	2x6+TTx6Cu	11.25	36	0.05	0.45	25
R	1552.5	2	2x6+TTx6Cu	8.44	36	0.04	0.44	25
S	1552.5	2	2x6+TTx6Cu	8.44	36	0.04	0.44	25
S	1552.5	2	2x6+TTx6Cu	8.44	36	0.04	0.44	25
T	1552.5	2	2x6+TTx6Cu	8.44	36	0.04	0.44	25
T	1552.5	2	2x6+TTx6Cu	8.44	36	0.04	0.44	25

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
R	2	2x6+TTx6Cu	3.75		1669.51	0.17			
R	2	2x6+TTx6Cu	3.75		1669.51	0.17			
S	2	2x6+TTx6Cu	3.75		1669.51	0.17			
S	2	2x6+TTx6Cu	3.75		1669.51	0.17			
T	2	2x6+TTx6Cu	3.75		1669.51	0.17			
T	2	2x6+TTx6Cu	3.75		1669.51	0.17			

### Subcuadro R

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Cafetería T3	517.5	45	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.68	1.14	20
Cafetería T2	517.5	38	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.58	1.03	20
Cafetería T1	517.5	45	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.68	1.14	20
Árbitros T4	517.5	6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.09	0.54	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Cafetería T3	45	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	212.41	1.83			16; B, C
Cafetería T2	38	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	246.46	1.36			16; B, C
Cafetería T1	45	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	212.41	1.83			16; B, C
Árbitros T4	6	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	899.89	0.1			16; B, C, D

### Subcuadro R

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Árbitros T3	517.5	6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.09	0.53	20
Árbitros T2	517.5	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.18	0.62	20
Árbitros T1	517.5	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.18	0.62	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Árbitros T3	6	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	899.89	0.1			16; B, C, D
Árbitros T2	12	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	604.57	0.23			16; B, C, D
Árbitros T1	12	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	604.57	0.23			16; B, C, D

### Subcuadro S

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Vestuario 2 T4	517.5	7	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.11	0.54	20
Vestuario 2 T3	517.5	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.18	0.62	20





## Cálculos Iñigo Ostiz Escalada

Vestuario 2 T2	517.5	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.23	0.67	20
----------------	-------	----	----------------	------	----	------	------	----

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Vestuario 2 T4	7	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	832.86	0.12			16; B, C, D
Vestuario 2 T3	12	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	604.57	0.23			16; B, C, D
Vestuario 2 T2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	518.42	0.31			16; B, C, D

### Subcuadro S

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Vestuario 2 T1	517.5	20	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.3	0.74	20
Vestuario 1 T4	517.5	27	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.41	0.85	20
Vestuario 1 T3	517.5	30	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.46	0.89	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Vestuario 2 T1	20	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	418.5	0.47			16; B, C, D
Vestuario 1 T4	27	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	329.28	0.76			16; B,C,D
Vestuario 1 T3	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	301.66	0.91			16; B, C

### Subcuadro T

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Vestuario 1 T2	517.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.15	0.59	20
Vestuario 1 T1	517.5	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.23	0.67	20
Contadores	517.5	5	2x4+TTx4Cu	2.81	27	0.05	0.49	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Vestuario 1 T2	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	679.45	0.18			16; B, C, D
Vestuario 1 T1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	518.42	0.31			16; B, C, D
Contadores	5	2x4+TTx4Cu	3.35	4.5	1164.77	0.16			16; B, C, D

### Subcuadro T

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Toma almacén 3	517.5	30	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.46	0.89	20
Toma almacén 2	517.5	23	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.35	0.79	20
Toma Almacén 1	517.5	27	2x2.5+TTx2.5Cu	2.81	21	0.41	0.85	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pccI</sub> (kA)	P de C (kA)	I <sub>pccF</sub> (A)	t <sub>mcicc</sub> (sg)	t <sub>ficc</sub> (sg)	L <sub>máx</sub> (m)	Curvas válidas
Toma almacén 3	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	301.66	0.91			16; B, C
Toma almacén 2	23	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	375	0.59			16; B, C, D
Toma Almacén 1	27	2x2.5+TTx2.5Cu	3.35	4.5	329.28	0.76			16; B, C, D

### 2.3.7. Cálculo cortocircuitos

El cálculo de la corriente de cortocircuito en diferentes puntos de una instalación tiene por objeto determinar el poder de corte de los dispositivos de protección considerados, estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución, ya que es aquí donde se colocarán las protecciones. El poder de corte y el calibre calculado para las protecciones magnetotérmicas serán los que se utilizarán para las protecciones diferenciales. El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito  $I_{cc}$  calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito en la memoria del presente proyecto.

El cálculo de protecciones es posible que nos fuerce a cambiar alguna de las secciones de los cables debido a:

- La intensidad nominal normalizada de los interruptores.
- El tiempo máximo que el conductor aguanta la intensidad de cortocircuito es inferior que el marcado (0.1 segundos).
- La ITC-RBT 25 obliga a unas determinadas secciones e intensidades de los interruptores que conllevarán al cambio para cumplir todas las condiciones.

Para tomas de corriente monofásica, se considera una potencia prevista por toma de 3450W, con un factor de simultaneidad de 0,2 y factor de utilización de 0,25. Para poder alimentar las tomas con una línea trifásica equilibrada, situamos tres enchufes monofásicos.

Así la potencia total será de:  $3 \times 3450 \times 0.2 \times 0.25 = 517.5W$

## 2.4. COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA

### 2.4.1. Formulas utilizadas:

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{Q^2 + P^2}} = \frac{P}{S}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P \times (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$C = \frac{Q_c \times 1000}{3 \times \omega \times Q^2}$$

Donde:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\phi 1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\phi 2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

$\Omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ ;  $f = 50$  Hz.

C = Capacidad condensadores (F);  $C \times 1000000$  ( $\mu F$ ).

## 2.4.2. Dimensionado de la batería de condensadores

En primer lugar debemos calcular el  $\cos\phi$  total de la instalación. Para ello calculamos la potencia aparente y activa de cada circuito. Seguidamente exponemos los cálculos de cada línea:

✓ Alumbrado terreno de juego:

Línea	P(W)	$\cos\phi$	S(VA)
Focos	20x2000	0,9	44444,4

✓ Bomba:

Línea	P(W)	$\cos\phi$	S(VA)
Bomba	4000	0,8	5000

✓ Cocina:

Línea	P(W)	$\cos\phi$	S(VA)
Microondas	1000	0,8	1250
Cafetera	2000	0,8	2500
Cámara frigorífica	350	0,8	437,5

✓ Alumbrado interior, gradas y emergencia:

Línea	P(W)	$\cos\phi$	S(VA)
Gradas	580	0,9	644,4
Alumbrado de emergencia	216	1	216
Alumbrado interior	1990	0,9	2211,1

✓ Usos comunes:

Línea	P(W)	$\cos\phi$	S(VA)
Tomas de corriente	9832,5	1	9832,5

Potencia activa total = 59968,5 W  
Potencia aparente total = 66535,9 VA

$\cos \varphi = P/S = 59968,5 / 66535,9 = 0,901$   
 $\varphi = \arccos = 25,67^\circ$   
 $Q = P \cdot \tan \varphi = 59968,5 \cdot \tan(25,67) = 28822,23 \text{ VAr}$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 74.21 KVAR. El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de **43 KVAR (con escalones 7,5x15)** serie **OPTIM tipo OPTIM 4-52,5-440 código R3J204 400 V**, que se colocará en el lado del cuadro general de baja tensión.

La batería automática elegida tiene una serie de características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP 21.
- Condensador tipo conjunto CEUB
- Auto transformador 400/230 V, integrado.
- Posición del equipo: Vertical.
- Material envolvente: Chapa.
- Tipo de montaje: Mural.
- Fusibles con alto poder de corte (APR) tipo NH-00.
- Tolerancias sobre la capacidad: -5%, +10%
- Regulador de energía: Computer MAX con indicación digital.
- Basado en normas IEC 60831-1, UNE 60831-1, IEC 61921, IEC 60439, IEC 61439.

#### 2.4.3. Dimensionado de la línea de la batería de condensadores

Tal y como se expone en el apartado de resultados, la línea de la batería es una sección de  $35 \text{ mm}^2$ , RV-K 0.6/1 KV

### 2.5. SUMINISTRO COMPLEMENTARIO

Como se ve en los esquemas unifcadores, el grupo abastece una potencia total de 9,716 KW. La mayor parte de la carga son receptores con un factor de potencia igual a la unidad.

Potencia activa que abastece el grupo:  $P = 9,716 \text{ KW}$   
Potencia aparente que abastece el grupo:  $S = 10,821 \text{ KVA}$

Se cubrirá con un grupo electrógeno según catalogo comercial del fabricante, de **13 kVA de la Marca "PERKINS" tipo DPAS 15 E.**

- ✓ Motor: 403V-15G
- ✓ Alternador: SINCRO FR4 MDS

Como ya he detallado, este grupo será capaz de suministrar la energía necesaria para alimentar el alumbrado necesario de manera que se pueda evacuar la instalación con normalidad.

### **Dimensionado de la línea del suministro auxiliar**

La línea que une el grupo con el cuadro general de la instalación, calculada junto con el resto de líneas, es la siguiente:

4x16+TTx16Cu 0,6/1 KV XLPE + Pal RZ1-K(AS+)

## **2.6. INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA**

### **2.6.1 Investigación del terreno**

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

De los dos valores se cogerá el de 50 Voltios, ya que se trata de un recinto de deportivo no húmedo y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas para dicho fin:

Dependiendo de la naturaleza y de la profundidad del terreno variará la resistencia de tierra, para lograr la resistividad del terreno se acudirá a la tabla 3 de la ITC-BT-18.

Dada la naturaleza del terreno (margas y arcilla compactada) se obtiene un valor orientativo de la resistividad de terreno, que será de 100 a 200  $\Omega\text{m}$  (valor medio 150  $\Omega\text{m}$ ).

### **2.6.2. Cálculo de la resistencia de tierra**

#### **Resistencia de las picas**

Según la tabla 5 de la ITC-BT-18 tenemos que:

$$R_{\text{pica}} = \rho / L = 150/2 = 75 \, \Omega$$

$L$  = longitud de la pica = 2m  
 $D$  = diámetro de la pica = 14 mm  
 $\rho$  = Resistividad del terreno

Se sabe que la resistencia equivalente a un grupo de picas es inversamente proporcional al número de estas, aunque esto en la práctica no sea rigurosamente cierto, se considerara así.

$$R_{\text{equivalente}} = R_{\text{pica}} / N$$

$N$  = número de picas

$$R_{\text{equivalente}} = R_{\text{pica}} / N = 75 / 3 = 25 \, \Omega$$

En primer lugar tenemos que tener en cuenta que el conjunto de picas y el anillo están en paralelo respecto de tierra, por tanto se cumple que:

$$1 / R_t = 1 / R_c + 1 / R_p$$

Donde,

R<sub>t</sub>: la resistencia total

R<sub>c</sub>: la resistencia del conductor enterrado

R<sub>p</sub>: la resistencia de las picas

Limitaremos la resistencia a tierra a 10 Ω, según se ha explicado en el apartado anterior. Luego R<sub>t</sub> = 10 Ω

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho / P$
Pica vertical	$R = \rho / L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho / L$
ρ, resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

Tabla 9

Según la Tabla 9 la resistencia del conductor es:

$$R_c = 2\rho / L = (2 \cdot 1.500) / 350 = 8,57 \Omega$$

Sustituyendo en la Fórmula 1, se obtiene:

$1/10 = 1/8,57 + 1/R_p \rightarrow R_p = 60 \Omega$  valor de la resistencia del total de picas instaladas.

A partir de ese valor, se puede obtener el número de picas (de 2 m. cada una) despejándolo de la siguiente fórmula, obtenida a partir de la expresada en la Tabla 9.

$$R_p = \rho / n^{\circ}pi \cdot L \quad n^{\circ}pi = 2,25 \text{ picas, es decir 3 PICAS}$$

Es nuestro caso se colocarán 3 picas situadas conforme la ITC-BT-18 en los vértices del perímetro formado por el conductor enterrado en los cimientos de la instalación, como puede observarse en los planos adjuntos al proyecto.

### Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado

El conductor irá enterrado a una profundidad mínima de 0.5 m (ITC-BT-18). Se colocará a 0.8 m. Por la tabla 5 de dicha ITC, se tiene que

$$R_{conductor} = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 2 \cdot \frac{150}{350} = 0,857 \Omega$$

L= longitud del conductor en metros 350 m.

### Resistencia a tierra total de la instalación

$$R_{total} = \frac{R_{equivalente} \cdot R_{conductor}}{R_{equivalente} + R_{conductor}} = \frac{25 \cdot 0,857}{25 + 0,857} = 0,829 \, \Omega$$

Se comprueba, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 1000 mA, si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \times R_{total} = 1 \times 0,829 = 1,95 \, V < 50 \, V$$

Por tanto, se toma la instalación por buena.

### 2.6.3 Sección del cable de tierra y conductor de protección

El conductor de tierra será de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección, mientras que el conductor de protección tendrá una sección como máximo de 50 mm<sup>2</sup>.

### 2.6.4. Punto de puesta a tierra

El dispositivo que mide la puesta a tierra se colocará sobre el conductor de puesta a tierra y en un lugar accesible, tal y como dice la ITC-BT-18. Se ha elegido para ello la zona cercana al almacén 1.

### 2.6.5. Mínima distancia entre las tomas de tierra de las masas y del centro de transformación

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. De esta manera se evitará que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elemento conductores en los locales de utilización se calculara con la siguiente fórmula siempre que la resistividad del terrenos sea superior a 100  $\Omega \cdot m$ .

$$D = \frac{\rho \cdot Id}{2\pi \cdot U}$$

Donde:

D: distancia entre los electrodos en metros.

$\rho$ : resistividad media del terreno en  $\Omega \cdot m$

$I_d$ : intensidad de defecto a tierra.

U: 1200V para sistemas de distribución TT

Sustituyendo los valores obtenemos que  $D = 5,96 \rightarrow D = 6 \, m$

### 2.6.5. Corrección y ajuste si procede

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirán estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del centro, o cualquier otro medio permitido por el reglamento, que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

## 2.7. ILUMINACIÓN DE LA ENTRADA AL RECINTO

El sistema de iluminación que se empleará estará dotado por farolas con alimentación fotovoltaica independiente. Cada farola dispondrá de un sensor de presencia y otro de luminosidad. La sección total a alumbrar es de 350 m<sup>2</sup>.

Cada farola cubre con garantías visuales 40. Teniendo en cuenta que el terreno a iluminar es de, el número total de farolas será de 9.

A continuación se exponen las características de las farolas:

- 45 led blancos.
- Batería NiMh 3,6 V/3600 mAh.
- Autonomía: 8 horas.
- Articulación de cabeza del foco: 90°
- Interruptor ON/OFF/AUTO.
- Luz por sensor de movimiento (1-60 segundos ajustables) o fija.
- Área de cobertura: 30-50 m<sup>2</sup>
- Sensor: 120° / 6 m
- Panel Solar de 2,5 W.
- Montaje en poste o pared.
- 5 metros de cable entre el foco y el panel solar.

El encendido de cada farola se realizaría de forma individual dado que el funcionamiento de cada una de ellas es independiente.







## **2.8. SISTEMA DE RIEGO**

Para la instalación del sistema de riego se ha tenido en cuenta el proyecto tipo realizado por la empresa Rain bird. Se ha tenido en cuenta este proyecto para diseñar las características técnicas del sistema de riego, quedando el diseño específico a expensas de un diseñador certificado en irrigación.

Aún así, no ha de variar en demasía el proyecto expuesto en el anexo de cálculos.

## **2.9. ANEXO CÁLCULOS**

A continuación se exponen los cálculos de los siguientes documentos:

- ✓ Dialux (Alumbrado interior y exterior).
- ✓ Daisalux (Alumbrado de emergencia).
- ✓ Rain bird (Sistema de riego).

# **ANEXO**

# **DIALUX**

## Almacén 1

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 16.08.2013  
Proyecto elaborado por: Iñigo Ostiz

## Almacén 1

UPNA

Arrosadia

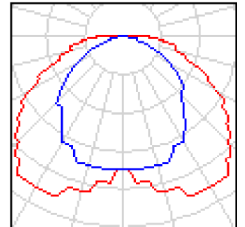
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com



16.08.2013

## Almacén 1 / Lista de luminarias

2 Pieza INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP  
N° de artículo: L110IXP\_\_36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



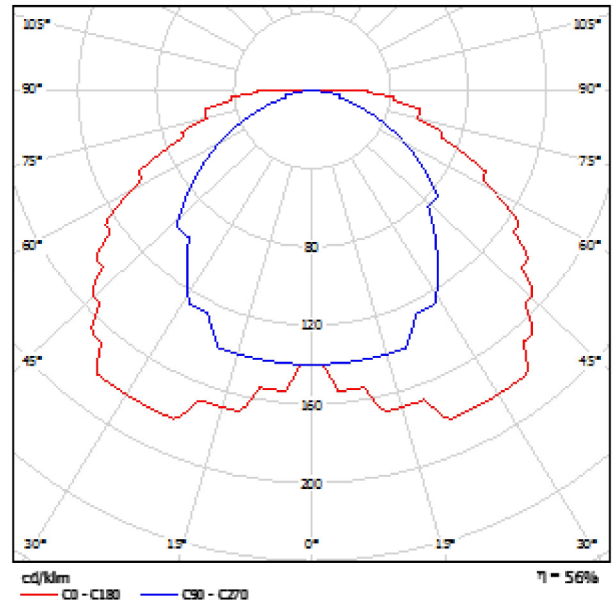
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

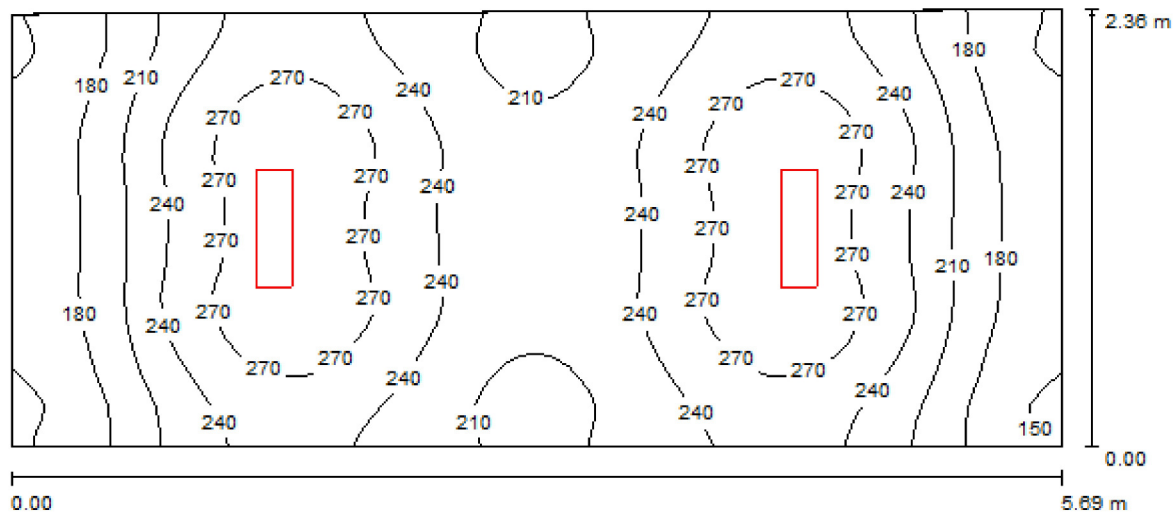
Luminarias para fijación a poste pared o brazo así como para adosar o suspender; para la iluminación de áreas interiores y exteriores donde sean requeridos un diseño compacto tamaño reducido y elevado índice de protección utilizando lámparas de sodio baja presión (SB) hasta 55 W o fluorescencia compacta (TC-L) hasta 2x55 W o fluorescencia lineal (T5) de 2x14 W. Formada por una carcasa en aleación ligera inyectada pintada en color gris RAL 7035 brillo con junta de estanqueidad de silicona y pestillos de cierre en perfil extruido de aluminio anodizado. Reflector que porta el equipo eléctrico en aluminio anodizado. Difusor inyectado en policarbonato estabilizado a los rayos UV transparente y mateado por el interior con una cenefa de prismas laterales. IP-65. IK 10. Clase I.



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Almacén / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:41

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	230	144	293	0.627
Suelo	20	166	124	187	0.749
Techo	70	61	43	72	0.707
Paredes (4)	50	141	51	328	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	INDAL L110IXP__36Fd2M1 110-IXP (1.000)	5800	36.0
Total:			11600	72.0

Valor de eficiencia energética:  $5.39 \text{ W/m}^2 = 2.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.35 \text{ m}^2$ )

## Almacén 1

UPNA

Arrosadia

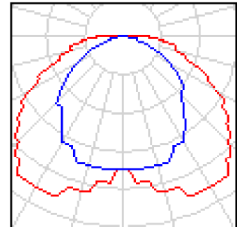
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com



16.08.2013

## Almacén / Lista de luminarias

2 Pieza INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP  
N° de artículo: L110IXP\_\_36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).

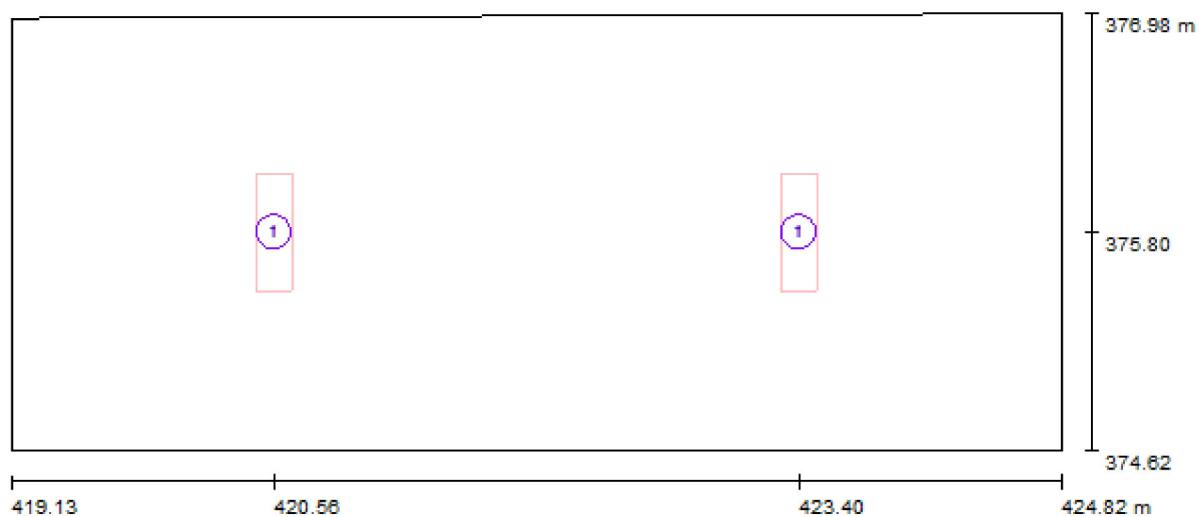




UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Almacén / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 41

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	2	INDAL L110IXP__36Fd2M1 110-IXP





UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Almacén / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11600 lm  
Potencia total: 72.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	164	66	230	/	/
Suelo	104	61	166	20	11
Techo	0.00	61	61	70	14
Pared 1	96	56	152	50	24
Pared 2	57	56	113	50	18
Pared 3	96	57	154	50	24
Pared 4	55	56	112	50	18

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.627 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.493 (1:2)

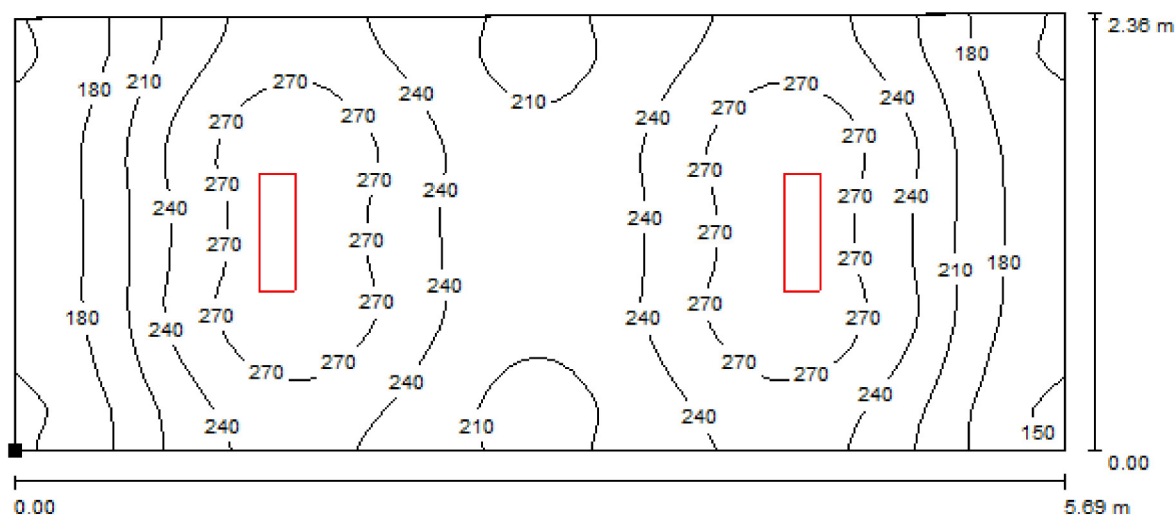
Valor de eficiencia energética:  $5.39 \text{ W/m}^2 = 2.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.35 \text{ m}^2$ )



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Almacén / Plano útil / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(419.134 m, 374.622 m, 0.850 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 41



Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
230

$E_{min}$  [lx]  
144

$E_{max}$  [lx]  
293

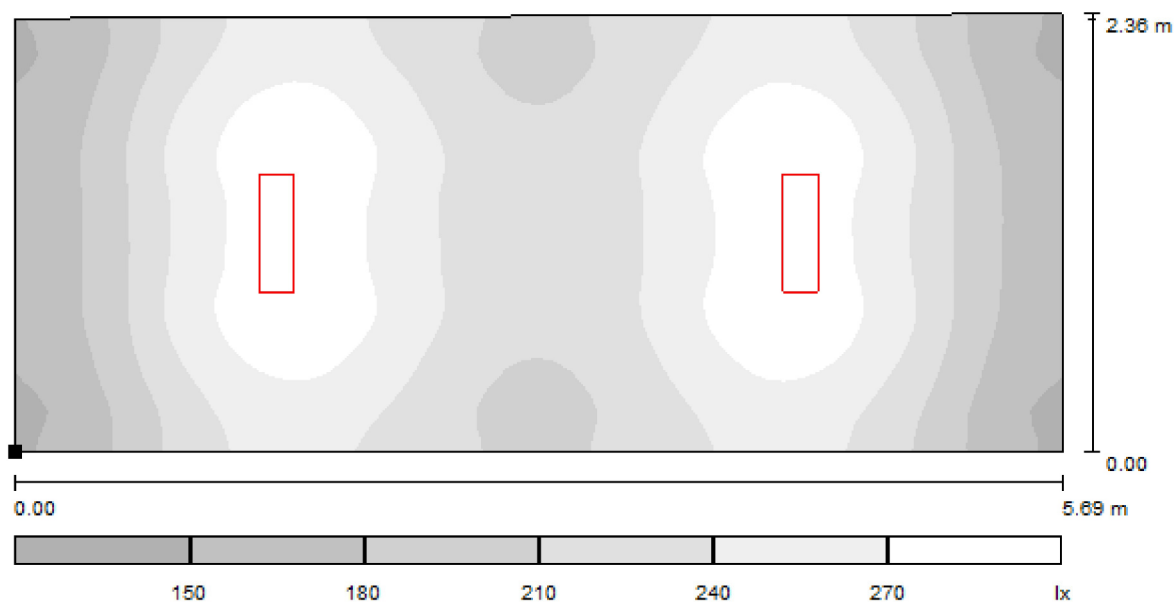
$E_{min} / E_m$   
0.627

$E_{min} / E_{max}$   
0.493

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Almacén / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 41

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(419.134 m, 374.622 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
230

$E_{min}$  [lx]  
144

$E_{max}$  [lx]  
293

$E_{min} / E_m$   
0.627

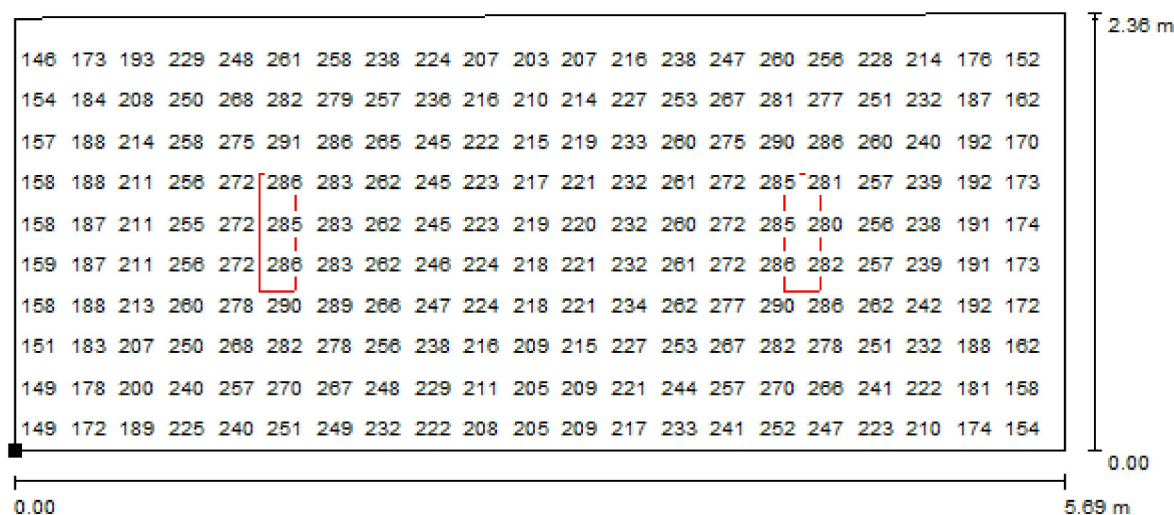
$E_{min} / E_{max}$   
0.493



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Almacén / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 41

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(419.134 m, 374.622 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
230

$E_{min}$  [lx]  
144

$E_{max}$  [lx]  
293

$E_{min} / E_m$   
0.627

$E_{min} / E_{max}$   
0.493

## Almacén 2

Contacto:  
Nº de encargo:  
Empresa:  
Nº de cliente:

Fecha: 16.08.2013  
Proyecto elaborado por: Iñigo Ostiz

**Almacén 2**

16.08.2013

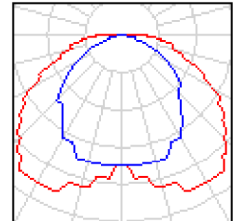
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Almacén 2 / Lista de luminarias**

2 Pieza INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP  
N° de artículo: L110IXP\_\_36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de  
corrección 1.000).



## Almacén 2



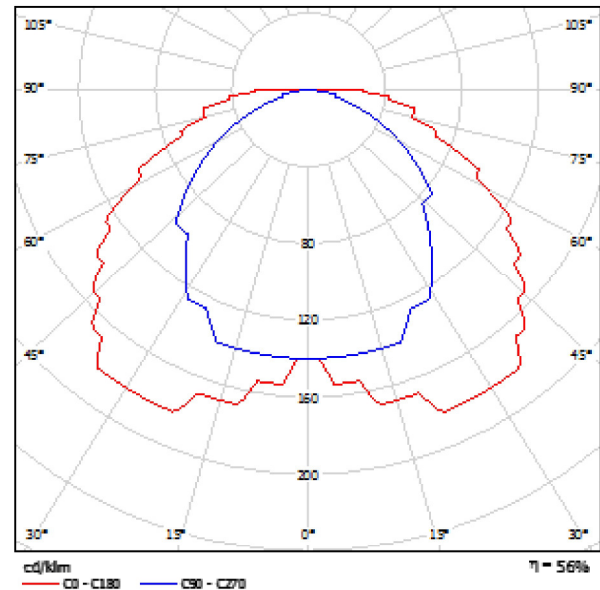
16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Luminarias para fijación a poste pared o brazo así como para adosar o suspender; para la iluminación de áreas interiores y exteriores donde sean requeridos un diseño compacto tamaño reducido y elevado índice de protección utilizando lámparas de sodio baja presión (SB) hasta 55 W o fluorescencia compacta (TC-L) hasta 2x55 W o fluorescencia lineal (T5) de 2x14 W. Formada por una carcasa en aleación ligera inyectada pintada en color gris RAL 7035 brillo con junta de estanqueidad de silicona y pestillos de cierre en perfil extruido de aluminio anodizado. Reflector que porta el equipo eléctrico en aluminio anodizado. Difusor inyectado en policarbonato estabilizado a los rayos UV transparente y mateado por el interior con una cenefa de prismas laterales. IP-65. IK 10. Clase I.

## Almacén 2

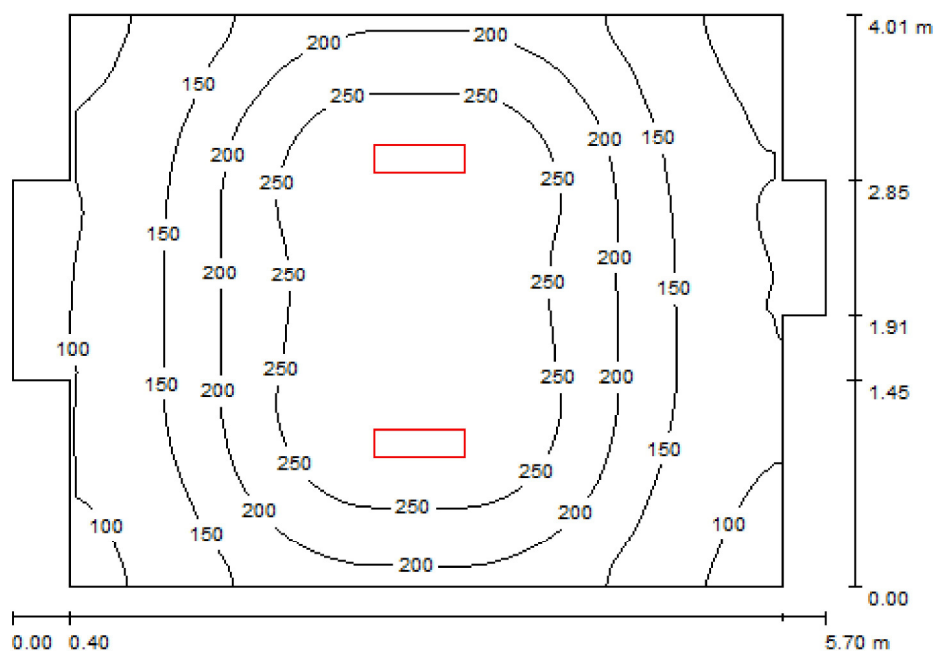


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	186	57	291	0.306
Suelo	20	147	73	190	0.497
Techo	70	39	29	56	0.748
Paredes (12)	50	90	28	221	/

## Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	INDAL L110IXP__36Fd2M1 110-IXP (1.000)	5800	36.0
Total:			11600	72.0

Valor de eficiencia energética:  $3.45 \text{ W/m}^2 = 1.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $20.89 \text{ m}^2$ )



**Almacén 2**

16.08.2013

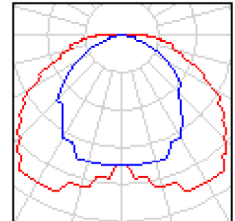
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Local 1 / Lista de luminarias**

2 Pieza INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP  
N° de artículo: L110IXP\_\_36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de  
corrección 1.000).

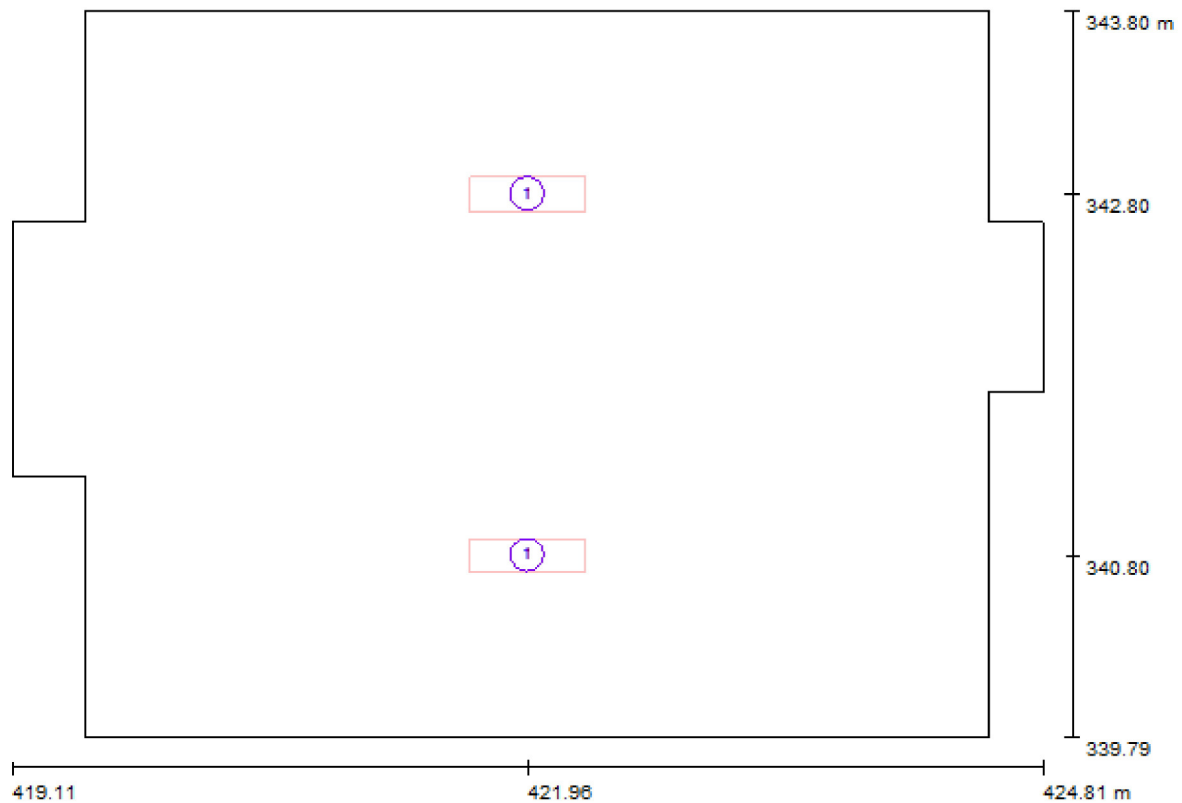


**Almacén 2**

16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Local 1 / Luminarias (ubicación)**

Escala 1 : 41

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	2	INDAL L110IXP__36Fd2M1 110-IXP

**Almacén 2**

16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Local 1 / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 11600 lm  
Potencia total: 72.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	148	39	186	/	/
Suelo	107	40	147	20	9.35
Techo	0.00	39	39	70	8.71
Pared 1	12	34	46	50	7.24
Pared 2	50	35	85	50	13
Pared 3	63	36	99	50	16
Pared 4	53	36	88	50	14
Pared 5	12	34	47	50	7.42
Pared 6	49	31	80	50	13
Pared 7	12	34	46	50	7.38
Pared 8	54	36	91	50	14
Pared 9	62	36	98	50	16
Pared 10	54	36	90	50	14
Pared 11	11	33	44	50	7.05
Pared 12	47	31	79	50	13

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.306 (1:3)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.196 (1:5)

Valor de eficiencia energética:  $3.45 \text{ W/m}^2 = 1.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $20.89 \text{ m}^2$ )

## Almacén 2

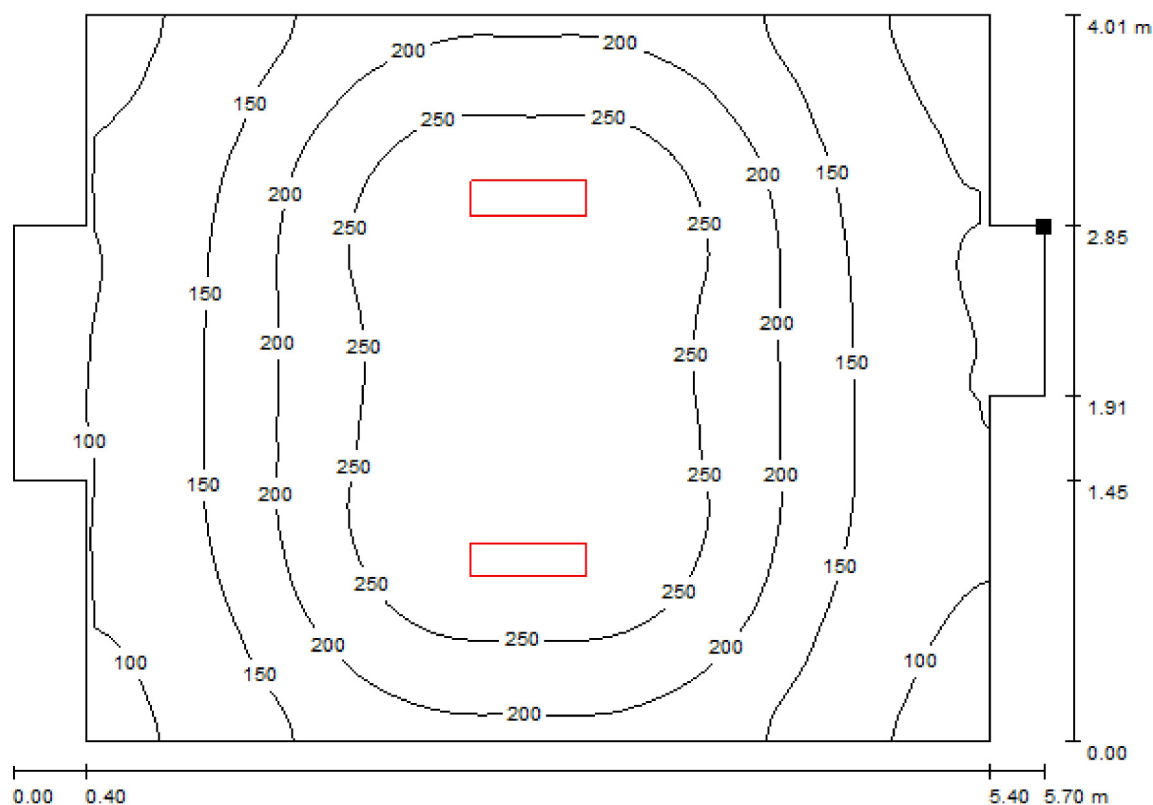


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 41

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(424.809 m, 342.643 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
186

$E_{min}$  [lx]  
57

$E_{max}$  [lx]  
291

$E_{min} / E_m$   
0.306

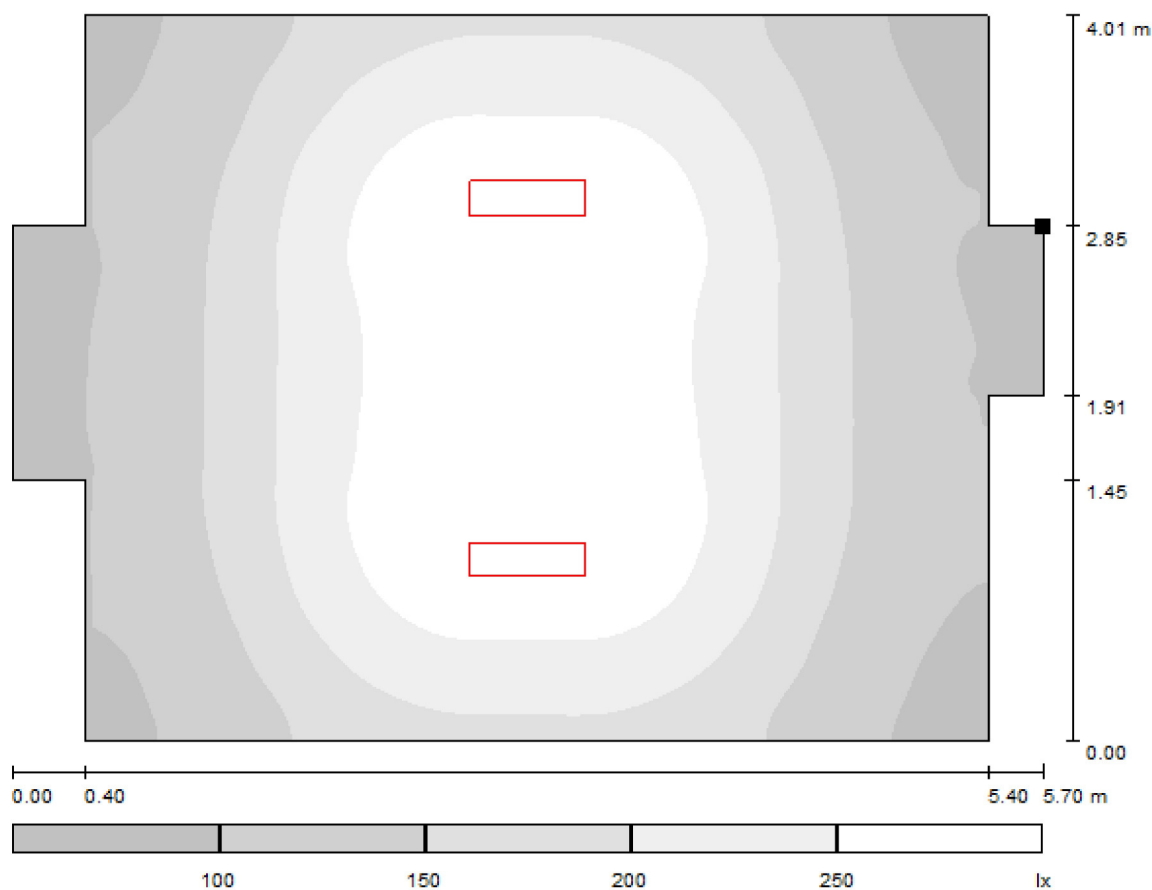
$E_{min} / E_{max}$   
0.196

**Almacén 2**

16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Local 1 / Plano útil / Gama de grises (E)**

Escala 1 : 41

Situación de la superficie en el  
local:

Punto marcado:

(424.809 m, 342.643 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
186

$E_{min}$  [lx]  
57

$E_{max}$  [lx]  
291

$E_{min} / E_m$   
0.306

$E_{min} / E_{max}$   
0.196

## Almacén 2

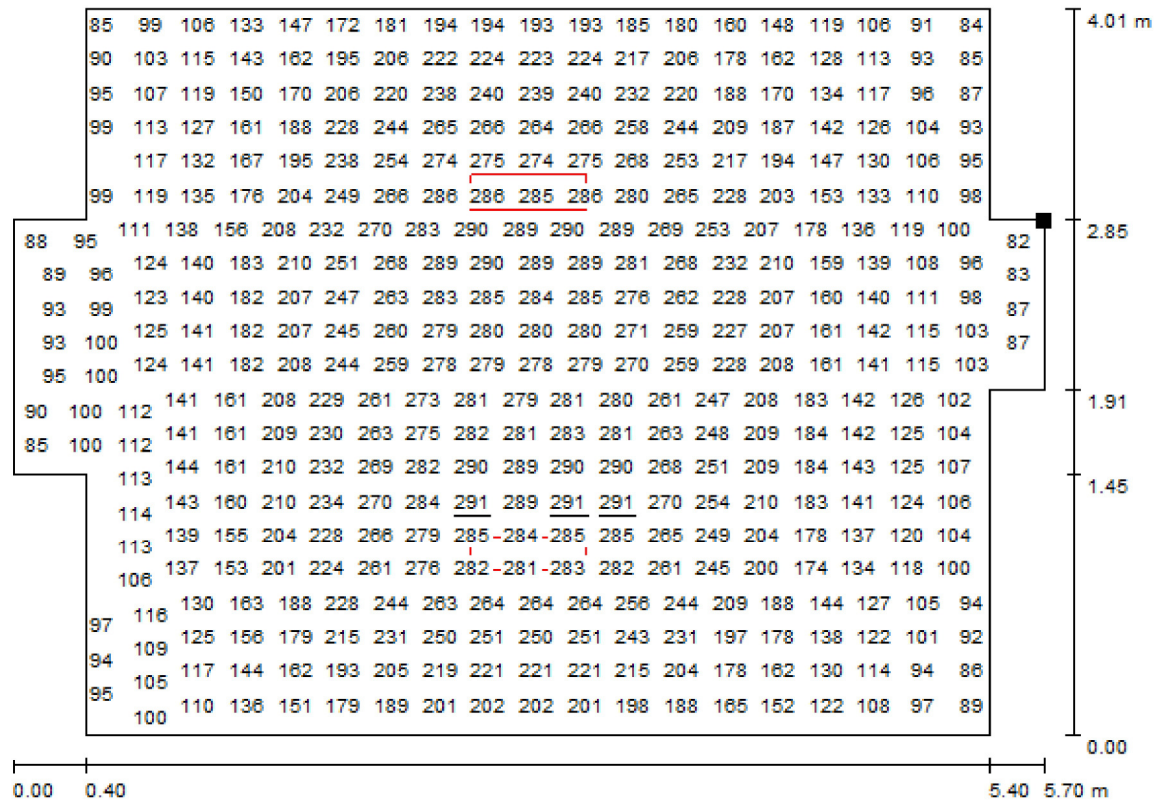


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 41

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el  
local:

Punto marcado:  
(424.809 m, 342.643 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
186

$E_{min}$  [lx]  
57

$E_{max}$  [lx]  
291

$E_{min} / E_m$   
0.306

$E_{min} / E_{max}$   
0.196

## Almacén 3

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 16.08.2013  
Proyecto elaborado por: Iñigo Ostiz

## Almacén 3



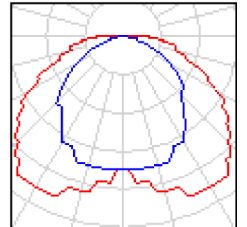
16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Almacén 3 / Lista de luminarias

2 Pieza INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP  
N° de artículo: L110IXP\_\_36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).







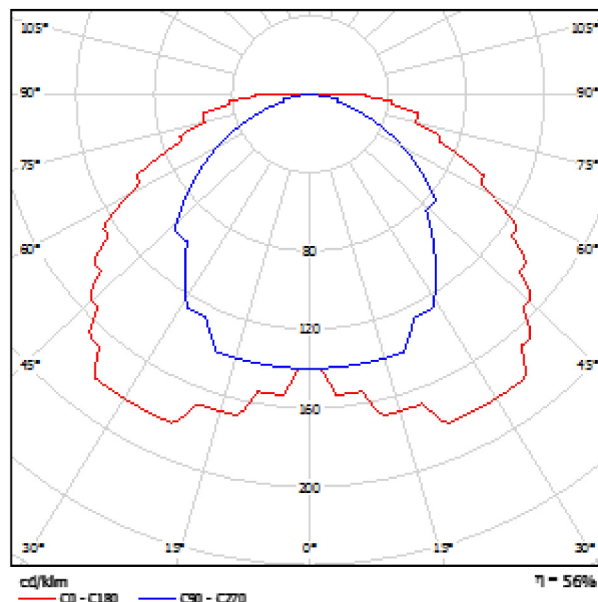
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 43 75 92 100 56

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

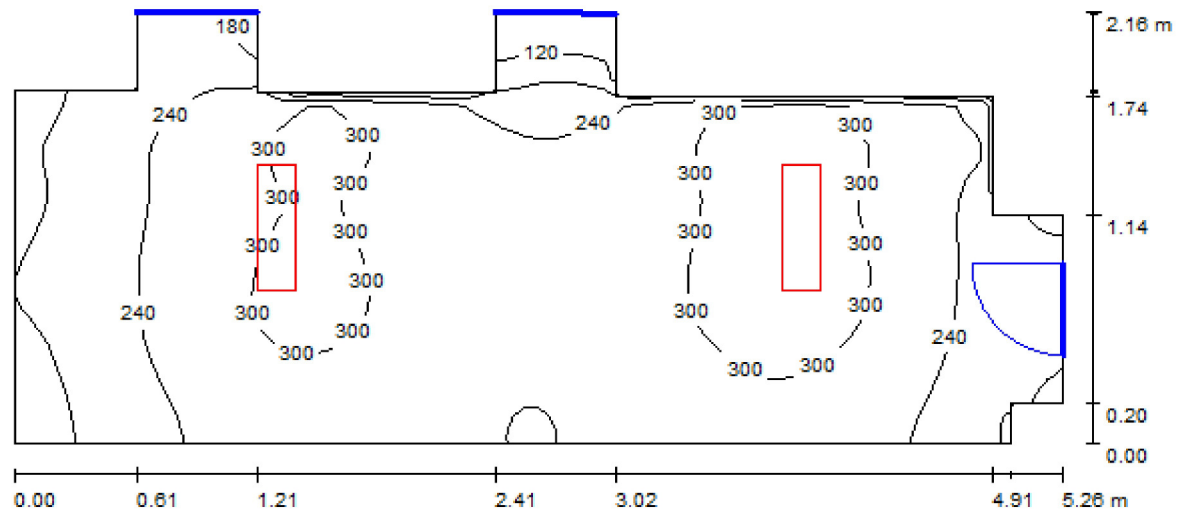
Luminarias para fijación a poste pared o brazo así como para adosar o suspender; para la iluminación de áreas interiores y exteriores donde sean requeridos un diseño compacto tamaño reducido y elevado índice de protección utilizando lámparas de sodio baja presión (SB) hasta 55 W o fluorescencia compacta (TC-L) hasta 2x55 W o fluorescencia lineal (T5) de 2x14 W. Formada por una carcasa en aleación ligera inyectada pintada en color gris RAL 7035 brillo con junta de estanqueidad de silicona y pestillos de cierre en perfil extruido de aluminio anodizado. Reflector que porta el equipo eléctrico en aluminio anodizado. Difusor inyectado en policarbonato estabilizado a los rayos UV transparente y mateado por el interior con una cenefa de prismas laterales. IP-65. IK 10. Clase I.



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	257	58	323	0.225
Suelo	20	178	66	206	0.372
Techo	70	79	46	168	0.586
Paredes (16)	50	158	38	992	/

### Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	INDAL L110IXP__36Fd2M1 110-IXP (1.000)	5800	36.0
Total:			11600	72.0

Valor de eficiencia energética:  $7.63 \text{ W/m}^2 = 2.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $9.44 \text{ m}^2$ )

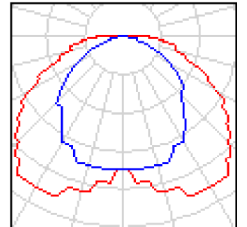


UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Lista de luminarias

2 Pieza INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP  
N° de artículo: L110IXP\_\_36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección  
1.000).

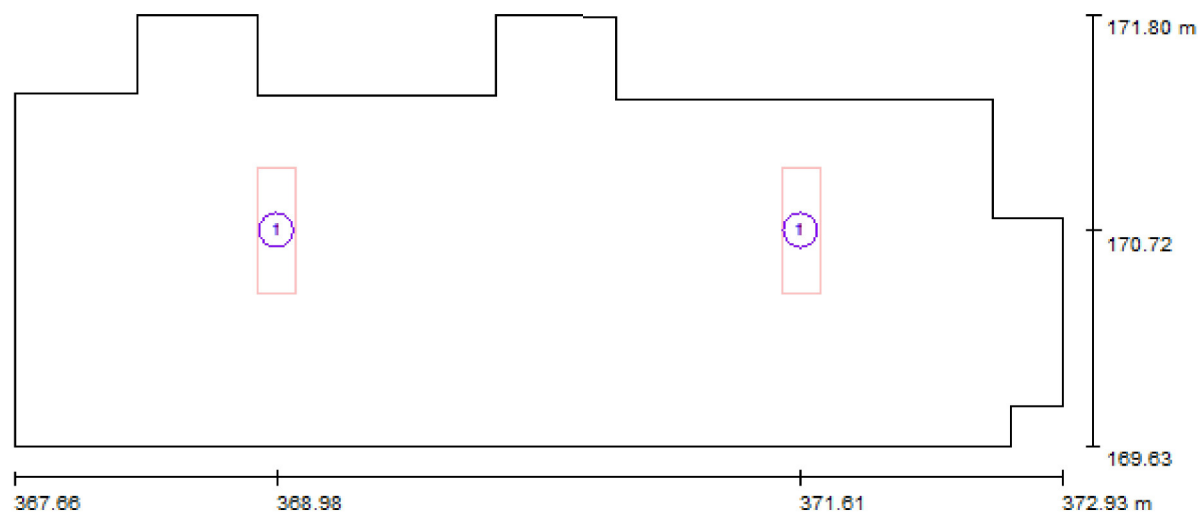




UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 38

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	2	INDAL L110IXP__36Fd2M1 110-IXP



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11600 lm  
Potencia total: 72.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	176	80	257	/	/
Suelo	109	69	178	20	11
Techo	0.00	79	79	70	18
Pared 1	111	69	179	50	29
Pared 2	68	72	140	50	22
Pared 3	45	65	110	50	17
Pared 4	63	58	121	50	19
Pared 5	8.08	66	75	50	12
Pared 6	100	80	180	50	29
Pared 7	164	75	239	50	38
Pared 8	33	39	72	50	11
Pared 9	4.16	45	49	50	7.86
Pared 10	38	39	78	50	12
Pared 11	164	70	234	50	37
Pared 12	0.00	51	51	50	8.12
Pared 13	82	47	130	50	21
Pared 14	81	45	126	50	20
Pared 15	55	63	118	50	19
Pared 16	64	63	127	50	20

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.225 (1:4)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.179 (1:6)

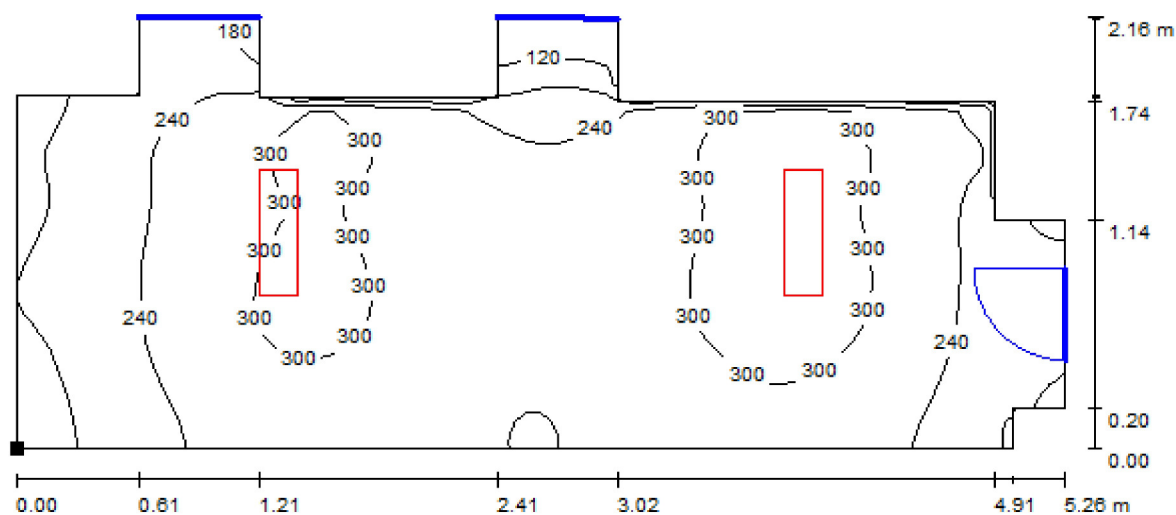
Valor de eficiencia energética:  $7.63 \text{ W/m}^2 = 2.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $9.44 \text{ m}^2$ )



UPNA  
Arrosadia

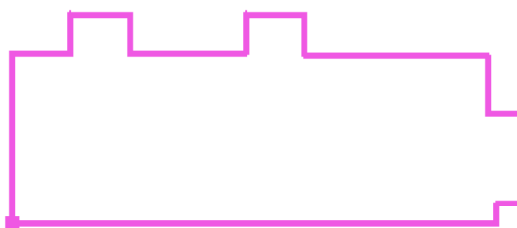
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 38

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(367.665 m, 169.633 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
257

$E_{min}$  [lx]  
58

$E_{max}$  [lx]  
323

$E_{min} / E_m$   
0.225

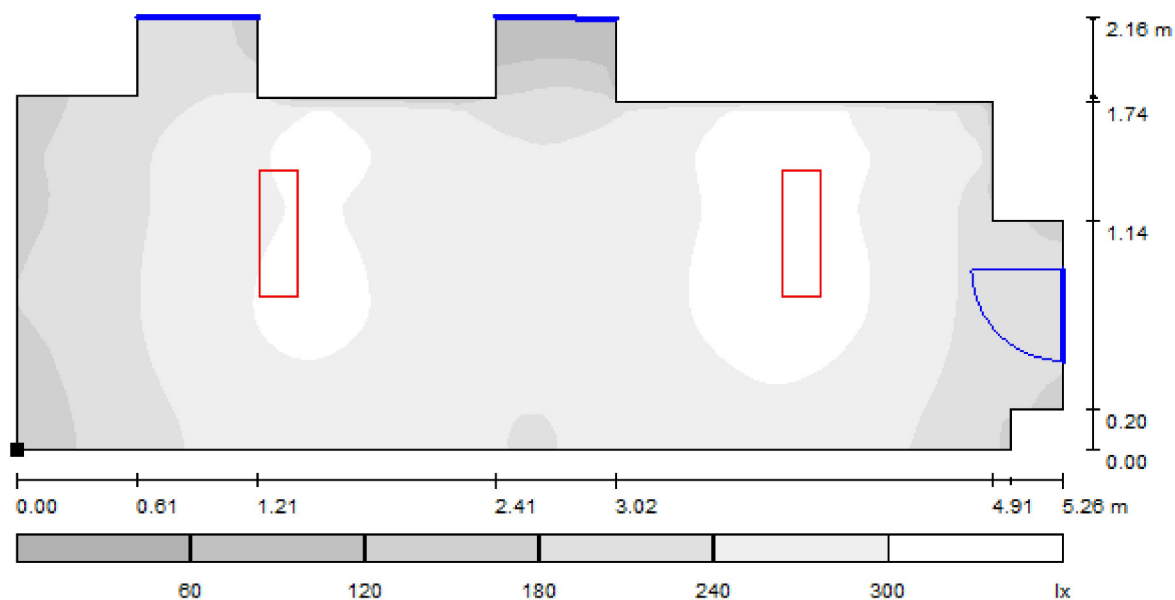
$E_{min} / E_{max}$   
0.179



UPNA  
Arrosadia

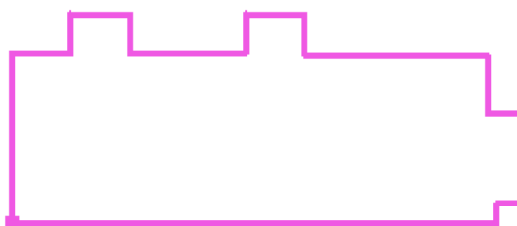
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 38

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(367.665 m, 169.633 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
257

$E_{min}$  [lx]  
58

$E_{max}$  [lx]  
323

$E_{min} / E_m$   
0.225

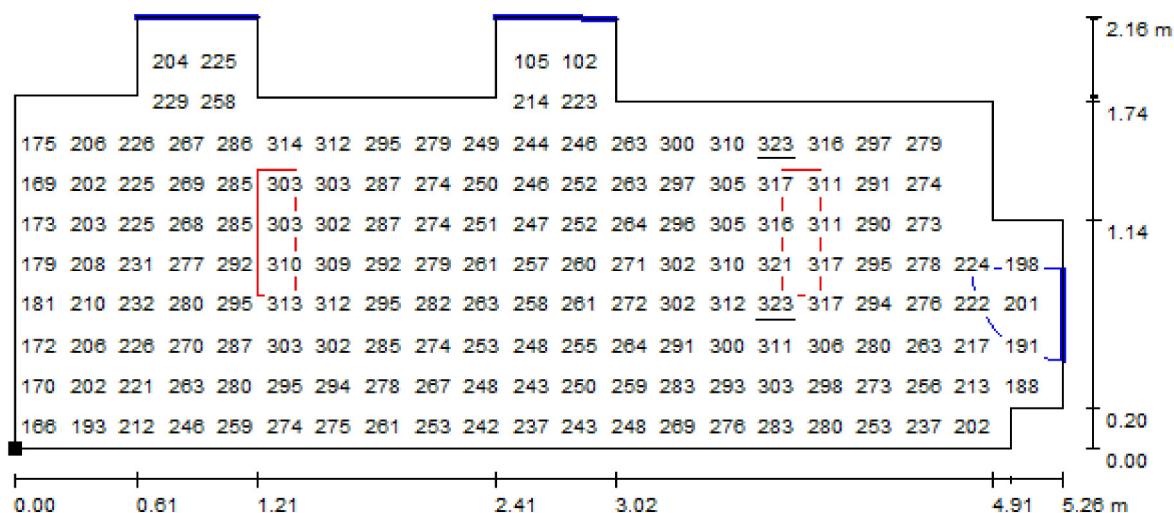
$E_{min} / E_{max}$   
0.179



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



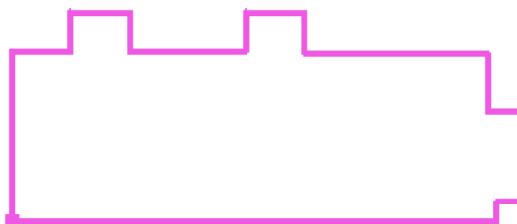
Valores en Lux, Escala 1 : 38

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(367.665 m, 169.633 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
257

$E_{min}$  [lx]  
58

$E_{max}$  [lx]  
323

$E_{min} / E_m$   
0.225

$E_{min} / E_{max}$   
0.179



## Contadores

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 16.08.2013  
Proyecto elaborado por: Iñigo Ostiz

## Contadores

UPNA  
Arrosadia

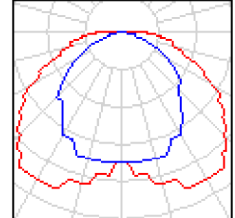
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com



16.08.2013

## Contadores / Lista de luminarias

4 Pieza INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP  
N° de artículo: L110IXP\_\_36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



## Contadores



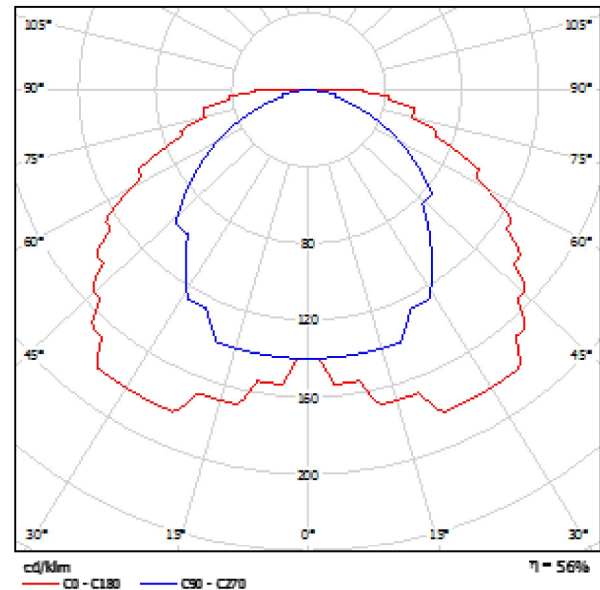
16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Luminarias para fijación a poste pared o brazo así como para adosar o suspender; para la iluminación de áreas interiores y exteriores donde sean requeridos un diseño compacto tamaño reducido y elevado índice de protección utilizando lámparas de sodio baja presión (SB) hasta 55 W o fluorescencia compacta (TC-L) hasta 2x55 W o fluorescencia lineal (T5) de 2x14 W. Formada por una carcasa en aleación ligera inyectada pintada en color gris RAL 7035 brillo con junta de estanqueidad de silicona y pestillos de cierre en perfil extruido de aluminio anodizado. Reflector que porta el equipo eléctrico en aluminio anodizado. Difusor inyectado en policarbonato estabilizado a los rayos UV transparente y mateado por el interior con una cenefa de prismas laterales. IP-65. IK 10. Clase I.

## Contadores

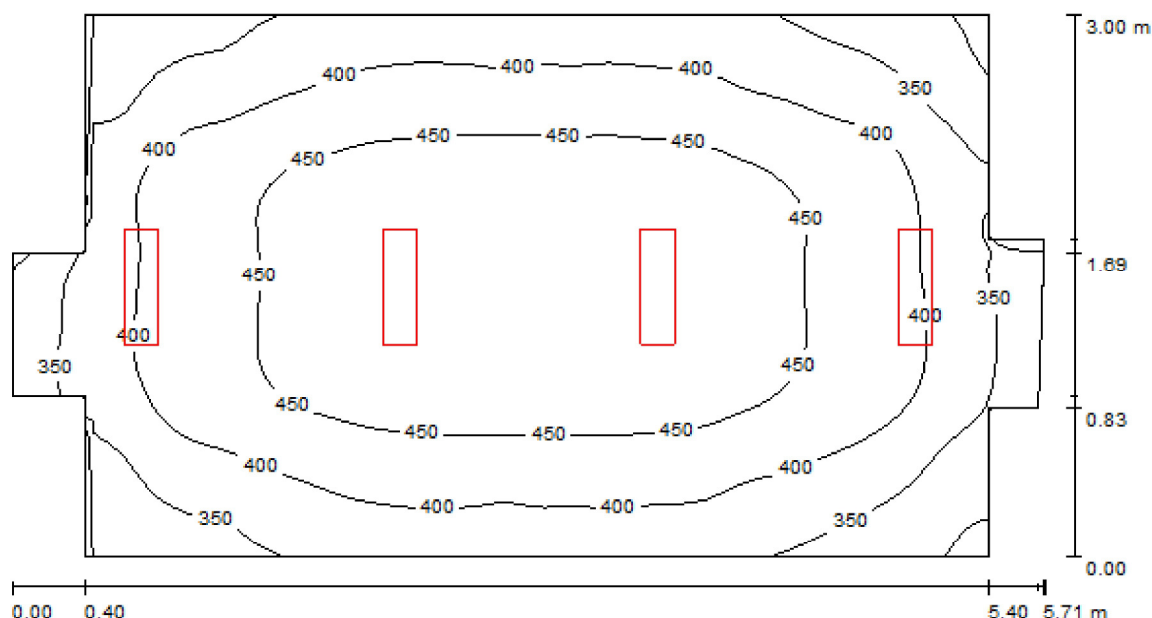


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:41

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	412	264	483	0.642
Suelo	20	308	235	353	0.764
Techo	70	106	81	196	0.772
Paredes (12)	50	246	87	1393	/

## Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	4	INDAL L110IXP__36Fd2M1 110-IXP (1.000)	5800	36.0
Total:			23200	144.0

Valor de eficiencia energética:  $9.24 \text{ W/m}^2 = 2.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.58 \text{ m}^2$ )

**Contadores**

UPNA

Arrosadia

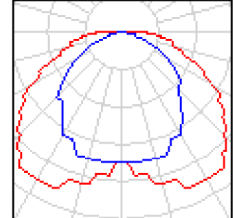
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com



16.08.2013

**Local 1 / Lista de luminarias**

4 Pieza INDAL L110IXP\_\_36Fd2M1 110-IXP  
N° de artículo: L110IXP\_\_36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 75 92 100 56  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de  
corrección 1.000).

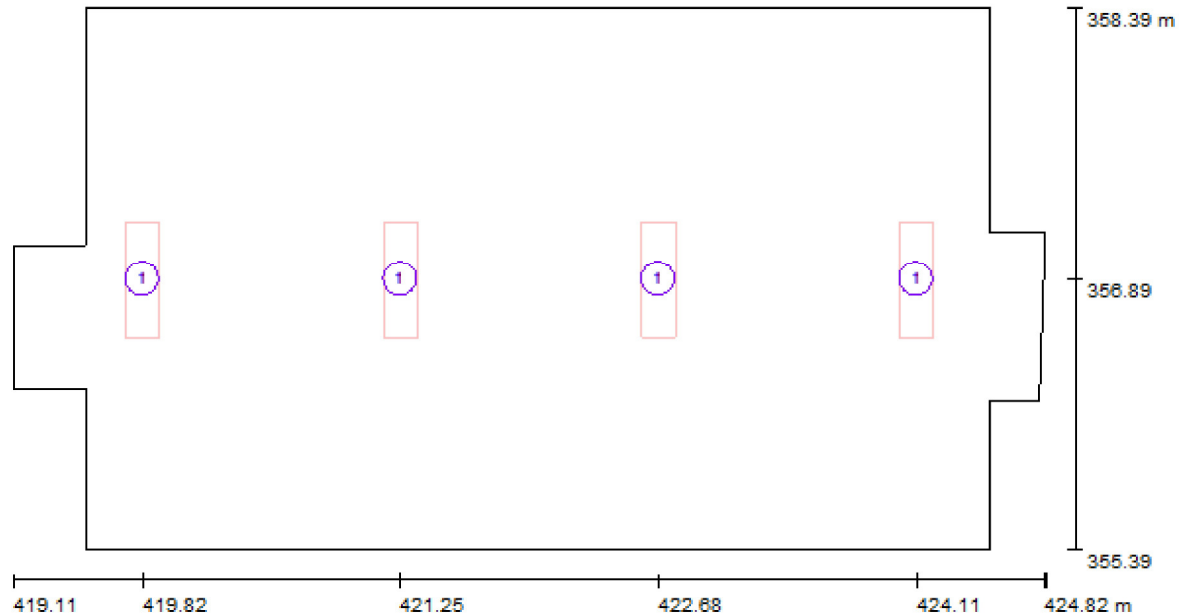


**Contadores**

16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Local 1 / Luminarias (ubicación)**

Escala 1 : 41

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	4	INDAL L110IXP__36Fd2M1 110-IXP

## Contadores



16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 23200 lm  
Potencia total: 144.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	303	109	412	/	/
Suelo	202	106	308	20	20
Techo	0.00	106	106	70	24
Pared 1	84	112	196	50	31
Pared 2	139	98	237	50	38
Pared 3	160	95	255	50	41
Pared 4	148	100	248	50	40
Pared 5	80	110	190	50	30
Pared 6	160	97	257	50	41
Pared 7	149	104	253	50	40
Pared 8	101	98	199	50	32
Pared 9	160	94	254	50	40
Pared 10	102	99	200	50	32
Pared 11	141	105	246	50	39
Pared 12	171	96	267	50	42

Simetrías en el plano útil  
E<sub>min</sub> / E<sub>m</sub>: 0.642 (1:2)  
E<sub>min</sub> / E<sub>max</sub>: 0.547 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 9.24 W/m² = 2.24 W/m²/100 lx (Base: 15.58 m²)

## Contadores



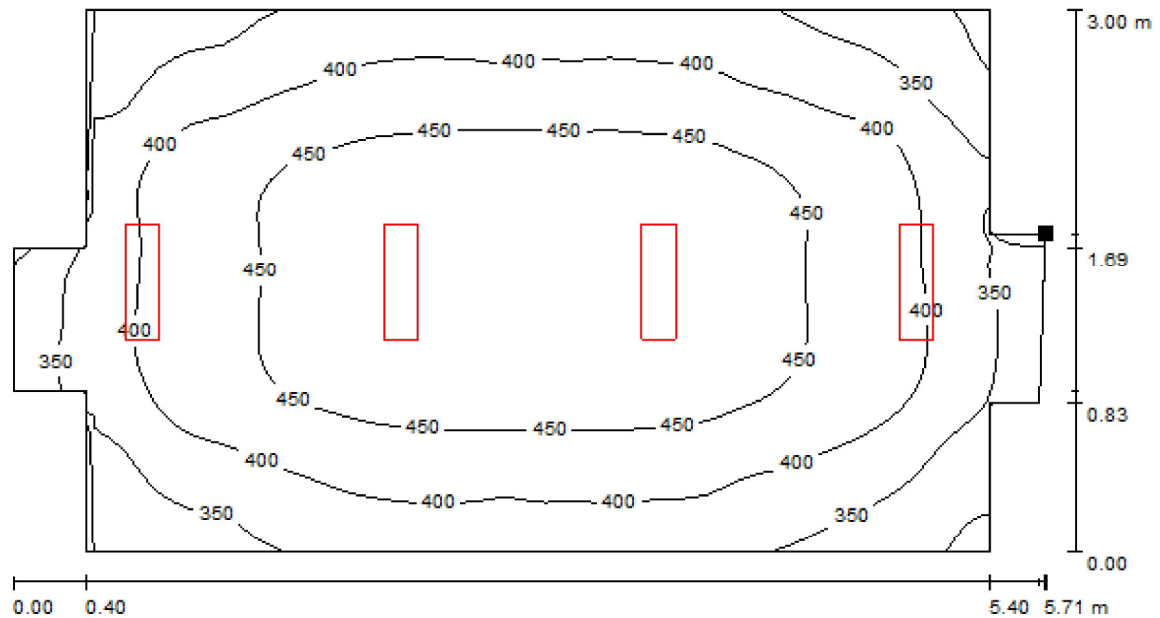
16.08.2013

UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en el  
 local:  
 Punto marcado:  
 (424.819 m, 357.158 m, 0.850 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 41

Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
412

$E_{min}$  [lx]  
264

$E_{max}$  [lx]  
483

$E_{min} / E_m$   
0.642

$E_{min} / E_{max}$   
0.547



## Contadores

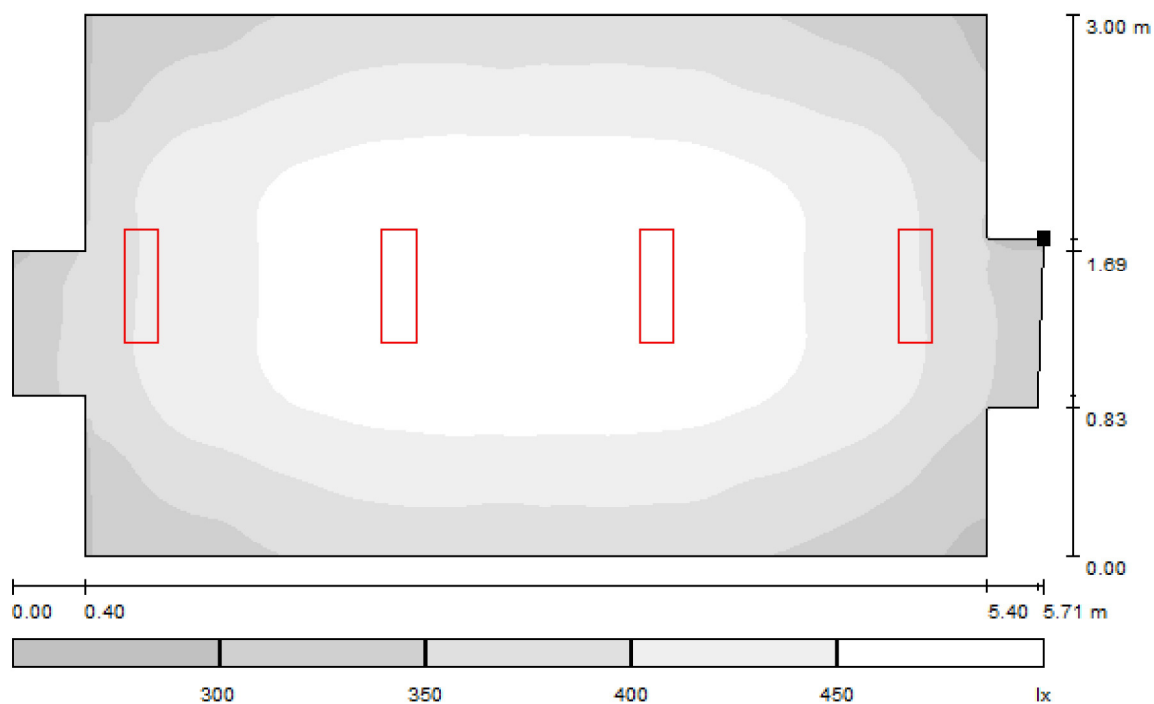


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 41

Situación de la superficie en el  
local:  
Punto marcado:  
(424.819 m, 357.158 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
412

$E_{min}$  [lx]  
264

$E_{max}$  [lx]  
483

$E_{min} / E_m$   
0.642

$E_{min} / E_{max}$   
0.547

## Contadores

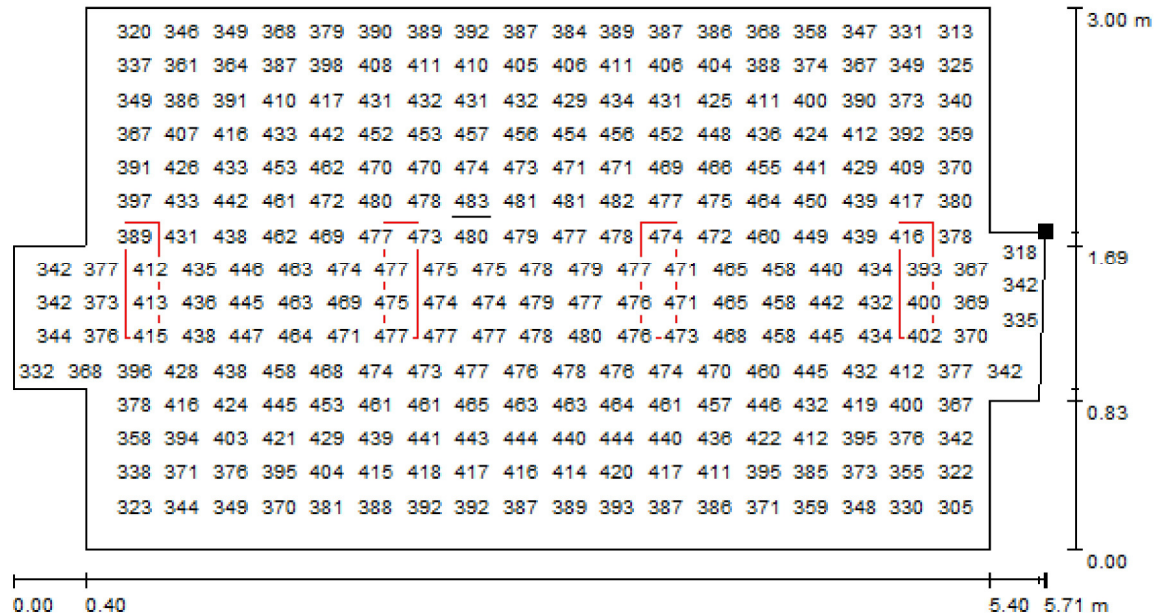


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 41

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el  
local:

Punto marcado:

(424.819 m, 357.158 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
412

$E_{min}$  [lx]  
264

$E_{max}$  [lx]  
483

$E_{min} / E_m$   
0.642

$E_{min} / E_{max}$   
0.547

## **Cafetería**

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 16.08.2013  
Proyecto elaborado por: Iñigo Ostiz

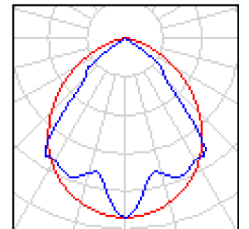
UPNA

Arrosadia

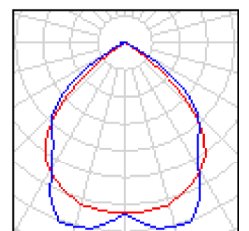
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Cafetería / Lista de luminarias

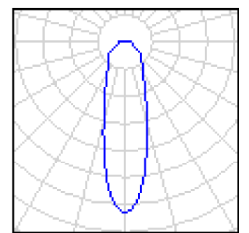
9 Pieza INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL  
 N° de artículo: 5092607s  
 Flujo luminoso de las luminarias: 2600 lm  
 Potencia de las luminarias: 28.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 63 93 99 100 89  
 Armamento: 1 x FDH-28 (Factor de corrección 1.000).



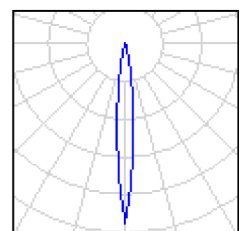
1 Pieza INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D  
 N° de artículo: L\_352IETd36Fd2M1  
 Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
 Potencia de las luminarias: 36.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 68 98 100 100 67  
 Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



4 Pieza INDAL Z2070111 2200  
 N° de artículo: Z2070111  
 Flujo luminoso de las luminarias: 174 lm  
 Potencia de las luminarias: 25.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 59 82 93 100 100  
 Armamento: 1 x IRR-25 (Factor de corrección 1.000).



4 Pieza INDAL Z2082301 4010  
 N° de artículo: Z2082301  
 Flujo luminoso de las luminarias: 366 lm  
 Potencia de las luminarias: 20.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 89 95 97 100 109  
 Armamento: 1 x HRGS-UB-20 (Factor de corrección 1.000).



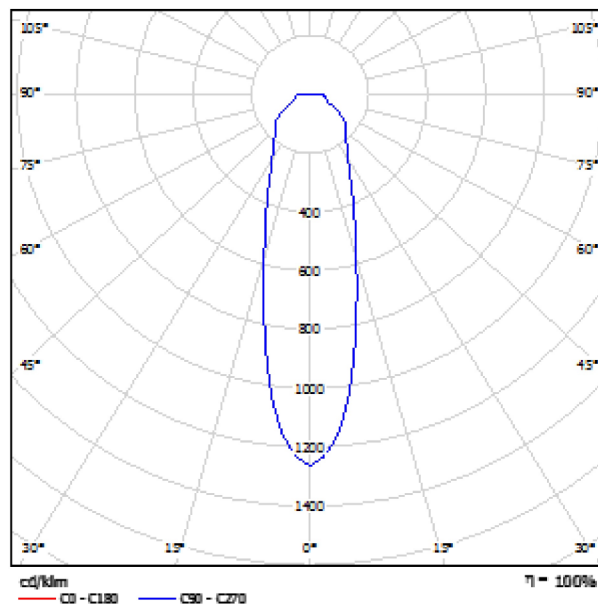
## INDAL Z2070111 2200 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 59 82 93 100 100

Descripción no disponible



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

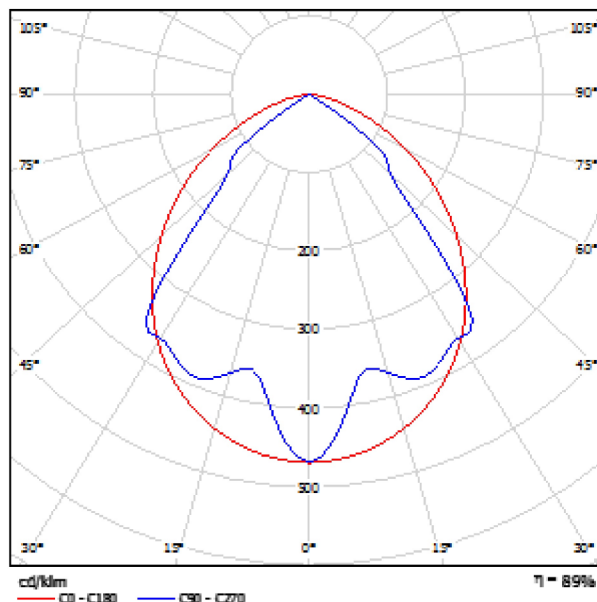
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 63 93 99 100 89

Completa familia de luminarias, con dos diseños diferentes, y con una gran variedad de modelos y versiones especialmente diseñadas para cubrir cualquier proyecto de iluminación en áreas comerciales e industriales, oficinas, centros de formación o establecimientos de ocio.

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



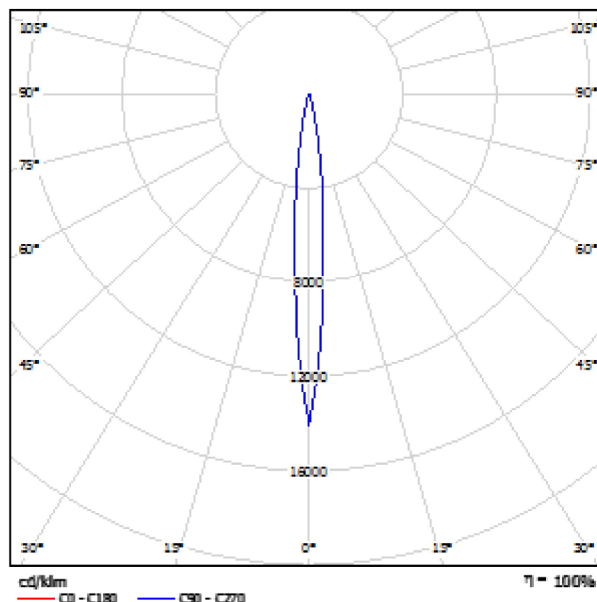
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL Z2082301 4010 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 95 97 100 109

Descripción no disponible

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
α Techos		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
α Paredes		50	50	50	50	30	50	50	50	50	30	30
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirada en perpendicular al eje de lámpara					Mirada longitudinal al eje de lámpara					
2H	2H	15.2	16.0	15.5	16.2	15.4	15.2	16.0	15.5	16.2	15.4	15.4
	3H	16.7	17.4	17.0	17.5	17.9	16.7	17.4	17.0	17.5	17.9	17.9
	4H	17.5	18.5	18.2	18.9	19.1	17.5	18.5	18.2	18.9	19.1	19.1
	5H	19.7	20.3	20.0	20.8	20.9	19.7	20.3	20.0	20.8	20.9	20.9
	6H	20.8	21.4	21.1	21.7	22.0	20.8	21.4	21.1	21.7	22.0	22.0
1.2H	22.0	22.5	22.4	22.9	23.2	22.0	22.5	22.4	22.9	23.2	23.2	
4H	2H	15.5	16.3	15.9	16.5	16.8	15.5	16.3	15.9	16.5	16.8	16.8
	3H	17.5	18.1	17.9	18.4	18.7	17.5	18.1	17.9	18.4	18.7	18.7
	4H	19.1	19.5	19.5	19.9	20.3	19.1	19.5	19.5	19.9	20.3	20.3
	5H	21.2	21.8	21.8	22.0	22.3	21.2	21.8	21.8	22.0	22.3	22.3
	6H	22.4	22.9	22.9	23.2	23.6	22.4	22.9	22.9	23.2	23.6	23.6
1.2H	23.5	24.2	24.3	24.6	25.0	23.5	24.2	24.3	24.6	25.0	25.0	
5H	4H	19.5	20.2	20.2	20.6	21.0	19.5	20.2	20.2	20.6	21.0	21.0
	5H	22.2	22.9	22.7	22.9	23.4	22.2	22.9	22.7	22.9	23.4	23.4
	6H	23.7	23.9	24.1	24.4	24.8	23.7	23.9	24.1	24.4	24.8	24.8
	1.2H	25.3	25.5	25.8	26.0	26.5	25.3	25.5	25.8	26.0	26.5	26.5
	2H	20.1	20.4	20.5	20.8	21.2	20.1	20.4	20.5	20.8	21.2	21.2
5H	22.6	22.8	23.0	23.3	23.8	22.6	22.8	23.0	23.3	23.8	23.8	
1.2H	24.1	24.4	24.6	24.8	25.3	24.1	24.4	24.6	24.8	25.3	25.3	
Variación de la posición del espectador para separaciones entre luminarias												
S = 1.0H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H		+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.4					
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7					
Tabla estándar		---					---					
Sumando de corrección		---					---					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 355.5lm Flujo luminoso total												

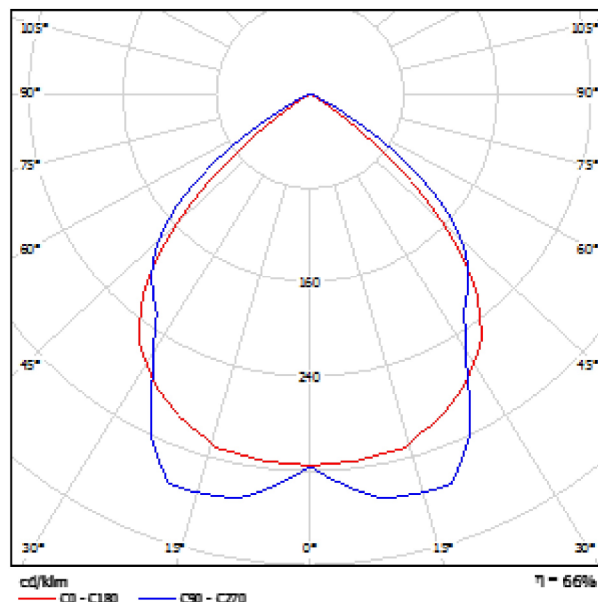
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 98 100 100 67

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Luminarias polivalentes para empotrar en techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.



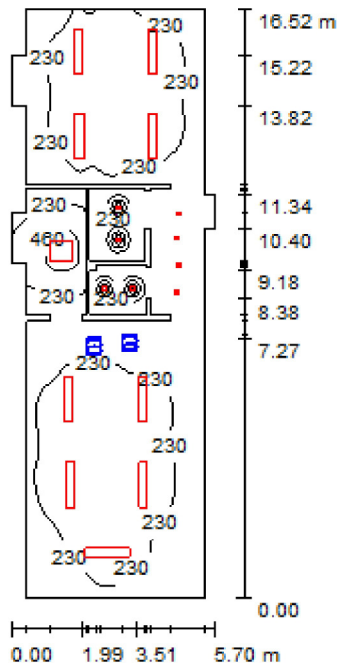


UPNA

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

Arrosadia

## Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:213

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	232	23	1171	0.100
Suelo	20	195	22	590	0.113
Techo	70	36	11	63	0.300
Paredes (50)	50	73	12	627	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	9	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL (1.000)	2600	28.0
2	1	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D (1.000)	5800	36.0
3	4	INDAL Z2070111 2200 (1.000)	174	25.0
4	4	INDAL Z2082301 4010 (1.000)	366	20.0
Total:			31358	468.0

Valor de eficiencia energética:  $5.70 \text{ W/m}^2 = 2.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $82.08 \text{ m}^2$ )

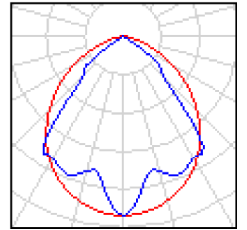
UPNA

Arrosadia

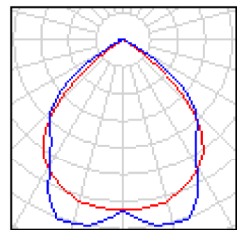
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Lista de luminarias

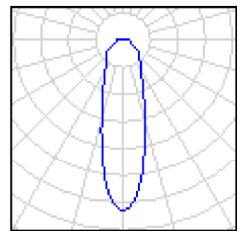
9 Pieza INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL  
 N° de artículo: 5092607s  
 Flujo luminoso de las luminarias: 2600 lm  
 Potencia de las luminarias: 28.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 63 93 99 100 89  
 Armamento: 1 x FDH-28 (Factor de corrección 1.000).



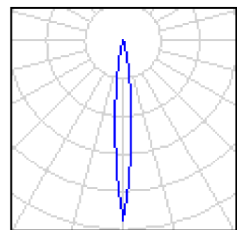
1 Pieza INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D  
 N° de artículo: L\_352IETd36Fd2M1  
 Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
 Potencia de las luminarias: 36.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 68 98 100 100 67  
 Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



4 Pieza INDAL Z2070111 2200  
 N° de artículo: Z2070111  
 Flujo luminoso de las luminarias: 174 lm  
 Potencia de las luminarias: 25.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 59 82 93 100 100  
 Armamento: 1 x IRR-25 (Factor de corrección 1.000).



4 Pieza INDAL Z2082301 4010  
 N° de artículo: Z2082301  
 Flujo luminoso de las luminarias: 366 lm  
 Potencia de las luminarias: 20.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 89 95 97 100 109  
 Armamento: 1 x HRGS-UB-20 (Factor de corrección 1.000).



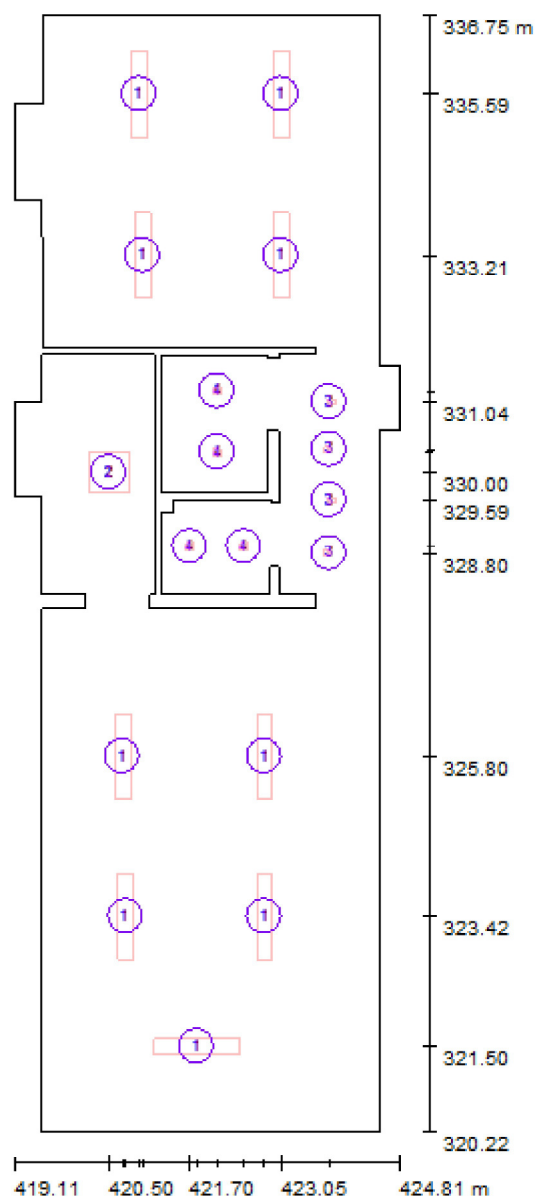


UPNA

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

Arrosadia

## Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 112

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	9	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL
2	1	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D
3	4	INDAL Z2070111 2200
4	4	INDAL Z2082301 4010



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 31358 lm  
Potencia total: 468.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	202	30	232	/	/
Suelo	161	34	195	20	12
Techo	0.14	36	36	70	8.10
Pared 1	11	31	42	50	6.74
Pared 2	24	36	60	50	9.51
Pared 3	12	32	45	50	7.10
Pared 4	37	40	77	50	12
Pared 5	73	38	112	50	18
Pared 6	2.02	26	28	50	4.41
Pared 7	11	15	25	50	4.01
Pared 8	4.56	16	20	50	3.20
Pared 9	11	15	26	50	4.13
Pared 10	5.13	12	17	50	2.74
Pared 11	12	14	26	50	4.19
Pared 12	7.53	15	23	50	3.61
Pared 13	8.53	14	22	50	3.54
Pared 14	7.35	13	20	50	3.23
Pared 15	3.68	16	19	50	3.09
Pared 16	22	18	39	50	6.28
Pared 17	12	17	28	50	4.52
Pared 18	4.54	14	18	50	2.87
Pared 19	12	17	29	50	4.56
Pared 20	8.67	16	25	50	3.99
Pared 21	11	18	29	50	4.60
Pared 22	17	17	34	50	5.45
Pared 23	10	17	27	50	4.35
Pared 24	8.90	16	25	50	4.03
Pared 25	17	18	35	50	5.62



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Pared 26	15	16	31	50	4.90
Pared 27	14	17	30	50	4.84
Pared 28	2.38	18	21	50	3.30
Pared 29	39	31	70	50	11
Pared 30	18	34	53	50	8.36
Pared 31	46	40	86	50	14
Pared 32	96	46	142	50	23
Pared 33	53	48	101	50	16
Pared 34	36	52	88	50	14
Pared 35	45	50	95	50	15
Pared 36	63	55	119	50	19
Pared 37	28	53	80	50	13
Pared 38	59	54	113	50	18
Pared 39	44	49	93	50	15
Pared 40	18	36	54	50	8.54
Pared 41	29	29	58	50	9.25
Pared 42	47	33	81	50	13
Pared 43	43	35	78	50	12
Pared 44	28	30	58	50	9.18
Pared 45	17	21	38	50	6.10
Pared 46	20	18	38	50	5.99
Pared 47	11	17	28	50	4.39
Pared 48	40	40	79	50	13
Pared 49	78	40	118	50	19
Pared 50	37	42	79	50	13

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.100 (1:10)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.020 (1:51)

Valor de eficiencia energética:  $5.70 \text{ W/m}^2 = 2.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $82.08 \text{ m}^2$ )

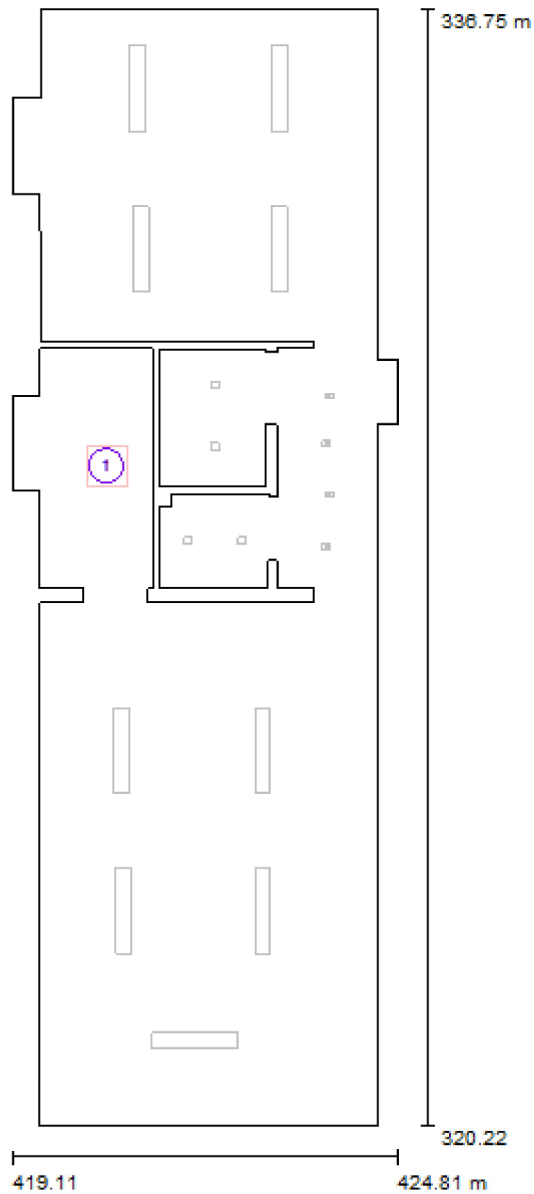


UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Cocina / Datos de planificación



Escala 1 : 112

Nº	Luminaria
1	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D

Posición [m]			Rotación [°]		
X	Y	Z	X	Y	Z
420.500	330.000	2.800	0.0	0.0	0.0

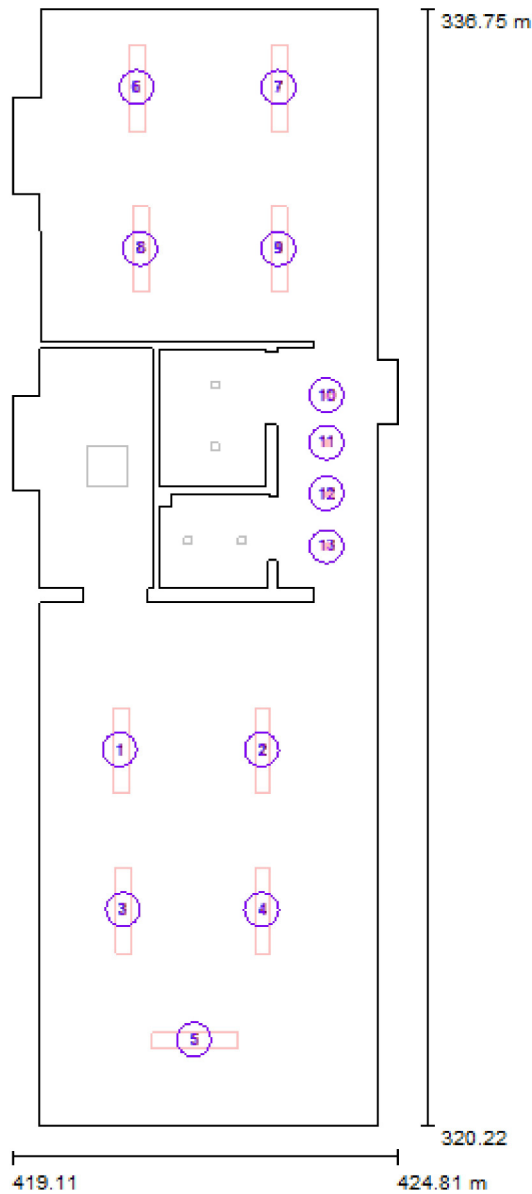


UPNA

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

Arrosadia

## Local 1 / Alumbrado principal / Datos de planificación



Escala 1 : 112

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL	420.700	325.800	2.800	0.0	0.0	90.0
2	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL	422.800	325.800	2.800	0.0	0.0	90.0
3	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL	420.750	323.423	2.800	0.0	0.0	90.0
4	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL	422.800	323.423	2.800	0.0	0.0	90.0
5	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL	421.800	321.500	2.800	0.0	0.0	0.0
6	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL	420.950	335.589	2.800	0.0	0.0	90.0
7	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL	423.050	335.589	2.800	0.0	0.0	90.0



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Alumbrado principal / Datos de planificación

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
8	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL	421.000	333.212	2.800	0.0	0.0	90.0
9	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL	423.050	333.212	2.800	0.0	0.0	90.0
10	INDAL Z2070111 2200	423.760	331.040	2.800	0.0	-20.0	0.0
11	INDAL Z2070111 2200	423.760	330.341	2.800	0.0	20.0	0.0
12	INDAL Z2070111 2200	423.760	329.593	2.800	0.0	-20.0	0.0
13	INDAL Z2070111 2200	423.760	328.802	2.800	0.0	20.0	0.0

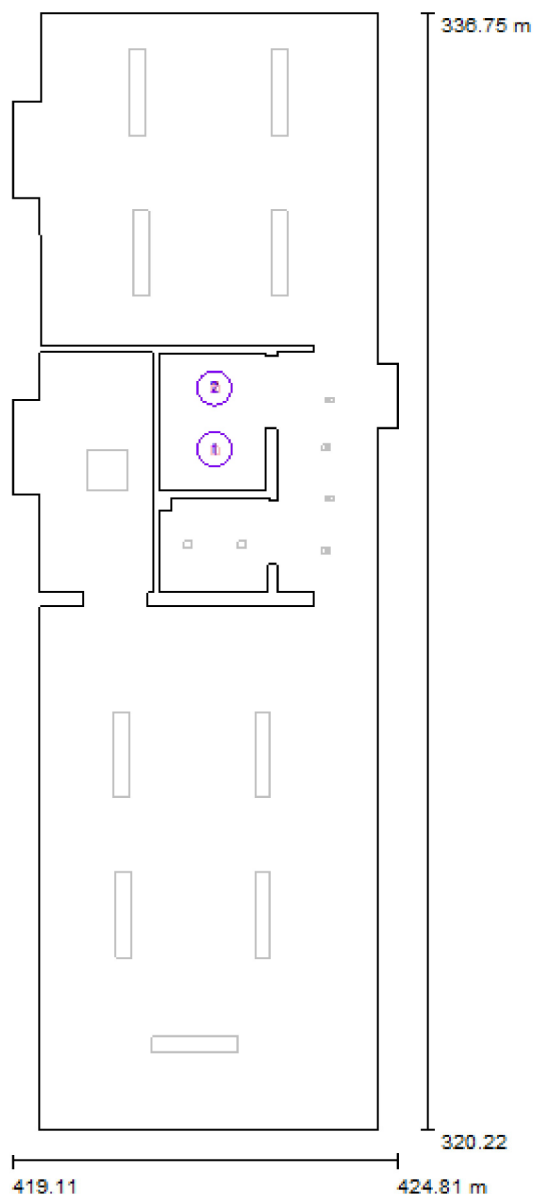




UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Cuarto 1 / Datos de planificación



Escala 1 : 112

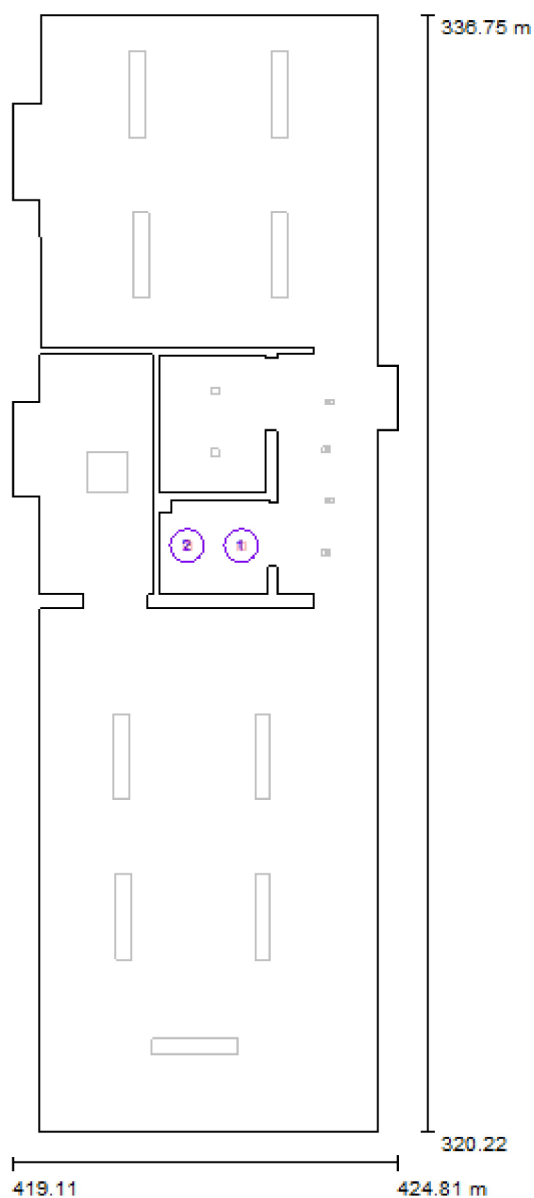
Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2082301 4010	422.100	330.300	2.800	0.0	0.0	0.0
2	INDAL Z2082301 4010	422.100	331.200	2.800	0.0	0.0	0.0



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Cuarto 2 / Datos de planificación



Escala 1 : 112

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2082301 4010	422.500	328.900	2.800	0.0	0.0	0.0
2	INDAL Z2082301 4010	421.700	328.900	2.800	0.0	0.0	0.0

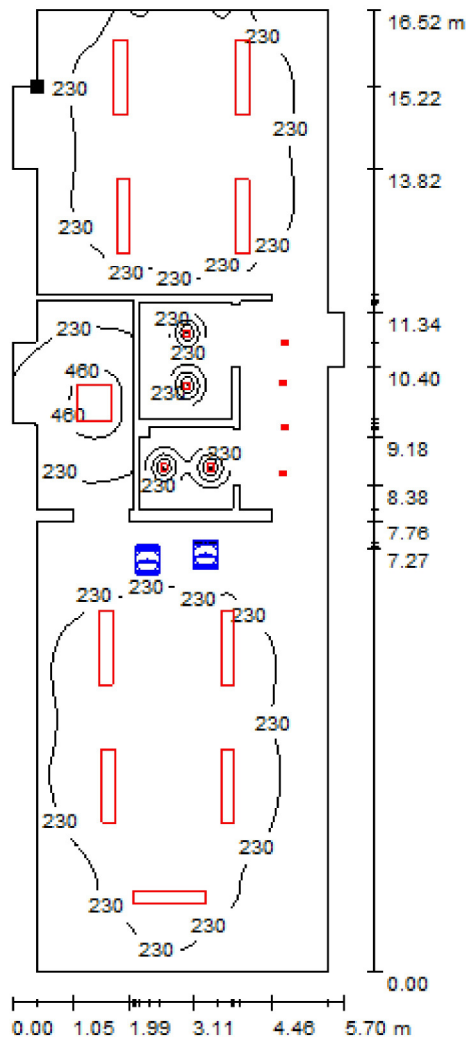


UPNA

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

Arrosadia

## Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 130

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (419.516 m, 335.443 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
232

$E_{min}$  [lx]  
23

$E_{max}$  [lx]  
1171

$E_{min} / E_m$   
0.100

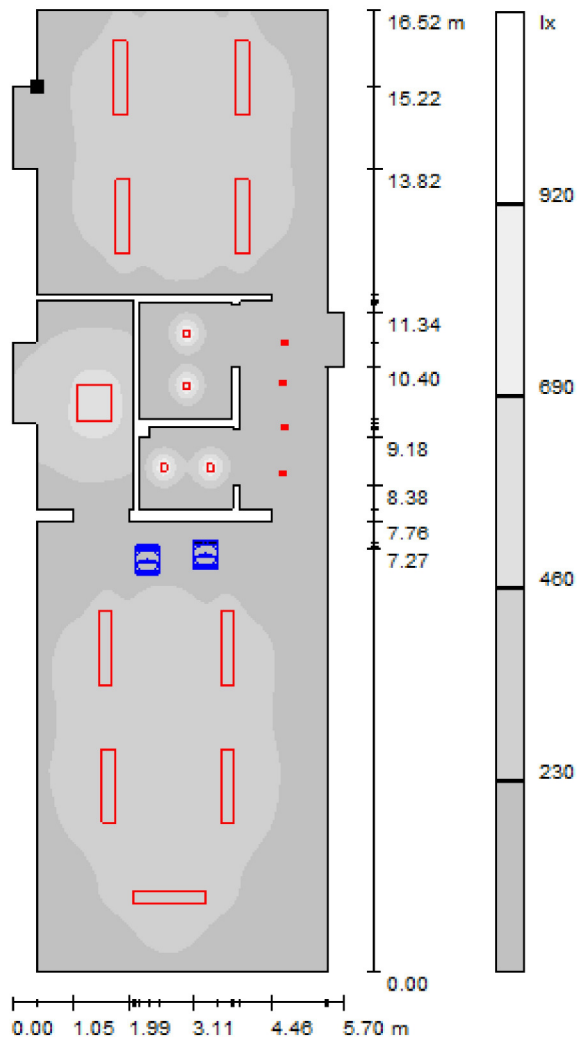
$E_{min} / E_{max}$   
0.020

UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 130

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (419.516 m, 335.443 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
232

$E_{min}$  [lx]  
23

$E_{max}$  [lx]  
1171

$E_{min} / E_m$   
0.100

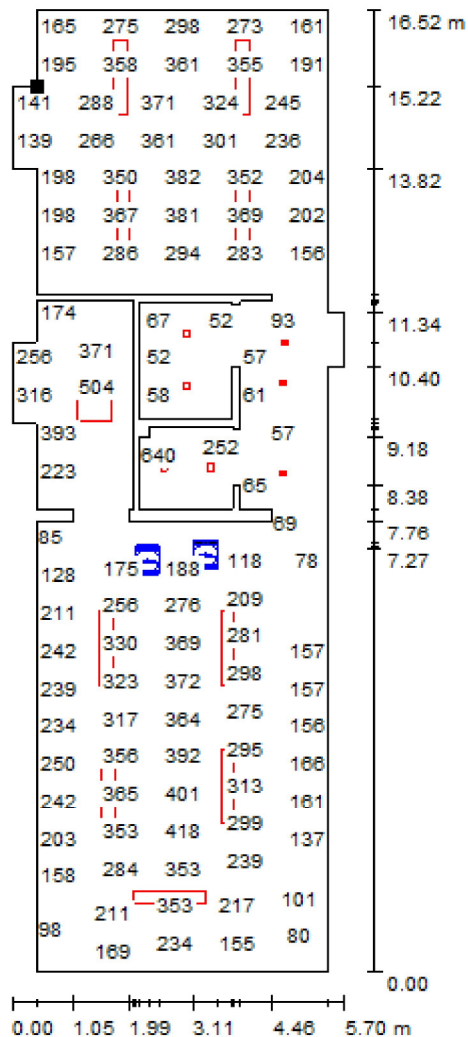
$E_{min} / E_{max}$   
0.020

UPNA

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

Arrosadia

## Local 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 130

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(419.516 m, 335.443 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

 $E_m$  [lx]  
 232

 $E_{min}$  [lx]  
 23

 $E_{max}$  [lx]  
 1171

 $E_{min} / E_m$   
 0.100

 $E_{min} / E_{max}$   
 0.020

## Vestuarios 1 y 2

Contacto:  
Nº de encargo:  
Empresa:  
Nº de cliente:

Fecha: 12.10.2013  
Proyecto elaborado por: Iñigo Ostiz

**Vestuarios 1 y 2**

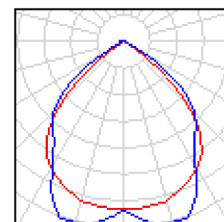
12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

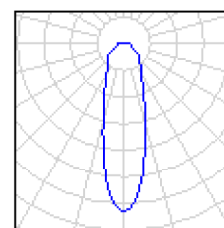
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Vestuarios 1 y 2 / Lista de luminarias**

6 Pieza INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D  
N° de artículo: L\_352IETd36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 98 100 100 67  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza INDAL Z2070111 2200  
N° de artículo: Z2070111  
Flujo luminoso de las luminarias: 174 lm  
Potencia de las luminarias: 25.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 59 82 93 100 100  
Armamento: 1 x IRR-25 (Factor de corrección 1.000).



## Vestuarios 1 y 2



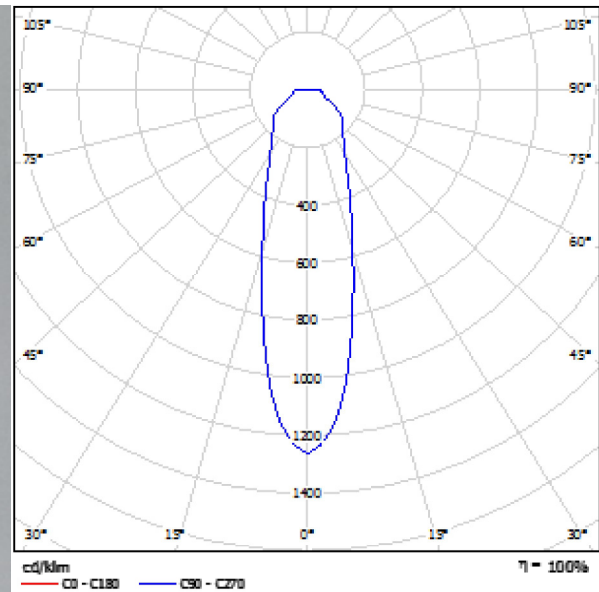
12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL Z2070111 2200 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 59 82 93 100 100

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna  
tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Descripción no disponible



## Vestuarios 1 y 2



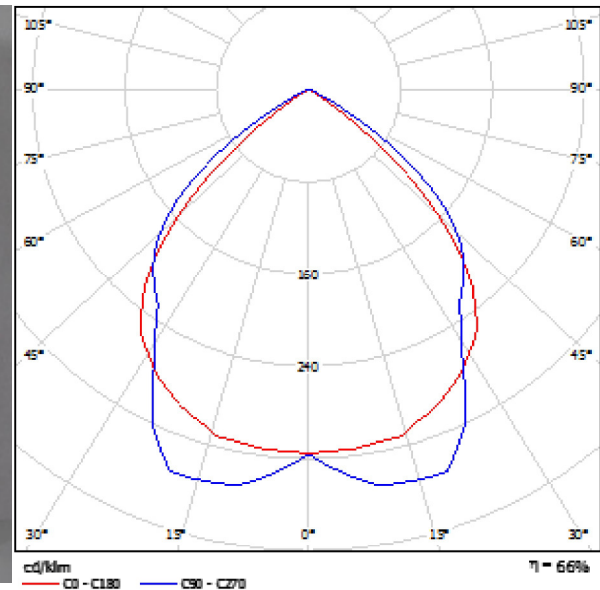
12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 98 100 100 67

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Luminarias polivalentes para empotrar en techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.

## Vestuarios 1 y 2

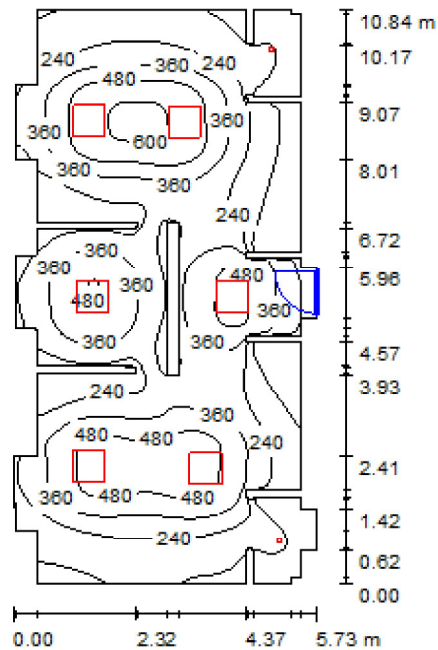


12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:140

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	299	23	616	0.077
Suelo	20	245	26	402	0.105
Techo	70	42	16	70	0.382
Paredes (67)	50	80	13	512	/

## Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	6	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D (1.000)	5800	36.0
2	2	INDAL Z2070111 2200 (1.000)	174	25.0
Total:			35148	266.0

Valor de eficiencia energética:  $4.82 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $55.14 \text{ m}^2$ )

**Vestuarios 1 y 2**

12.10.2013

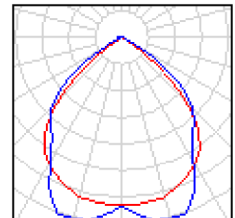
UPNA

Arrosadia

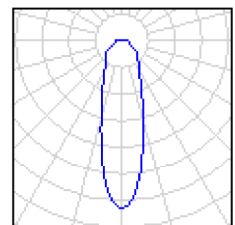
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

**Local 1 / Lista de luminarias**

6 Pieza INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D  
 N° de artículo: L\_352IETd36Fd2M1  
 Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
 Potencia de las luminarias: 36.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 68 98 100 100 67  
 Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza INDAL Z2070111 2200  
 N° de artículo: Z2070111  
 Flujo luminoso de las luminarias: 174 lm  
 Potencia de las luminarias: 25.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 59 82 93 100 100  
 Armamento: 1 x IRR-25 (Factor de corrección 1.000).



## Vestuarios 1 y 2

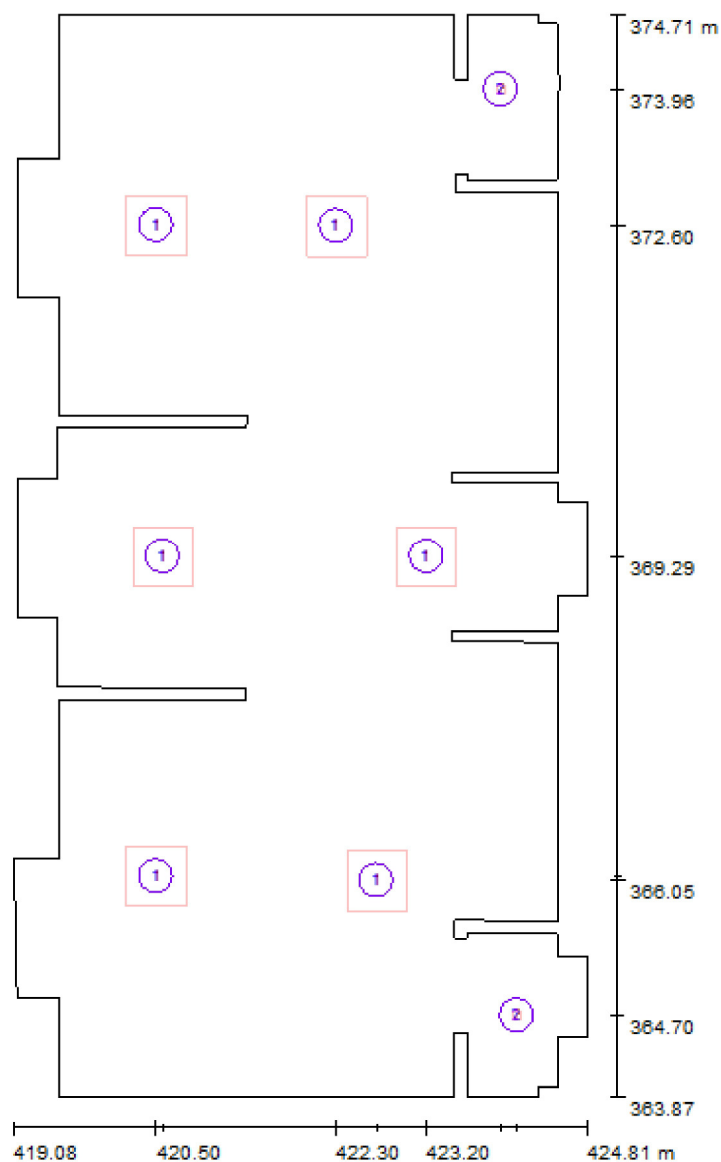


12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 74

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	6	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D
2	2	INDAL Z2070111 2200

## Vestuarios 1 y 2



12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 35148 lm  
Potencia total: 266.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	263	36	299	/	/
Suelo	203	41	245	20	16
Techo	0.00	42	42	70	9.31
Pared 1	41	38	79	50	13
Pared 2	22	38	59	50	9.44
Pared 3	58	27	85	50	14
Pared 4	7.05	15	22	50	3.56
Pared 5	15	16	30	50	4.84
Pared 6	14	17	30	50	4.83
Pared 7	22	20	41	50	6.57
Pared 8	22	19	41	50	6.51
Pared 9	13	16	29	50	4.60
Pared 10	9.72	19	29	50	4.57
Pared 11	5.59	16	21	50	3.40
Pared 12	3.72	20	23	50	3.72
Pared 13	6.57	18	25	50	3.96
Pared 14	3.38	12	15	50	2.45
Pared 15	4.85	26	31	50	4.94
Pared 16	140	42	181	50	29
Pared 17	32	40	72	50	11
Pared 18	28	38	65	50	10
Pared 19	18	33	51	50	8.08
Pared 20	67	54	122	50	19
Pared 21	102	55	157	50	25
Pared 22	67	58	125	50	20
Pared 23	17	51	68	50	11
Pared 24	24	45	70	50	11
Pared 25	22	52	74	50	12

## Vestuarios 1 y 2



12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Pared 26	64	56	120	50	19
Pared 27	101	55	156	50	25
Pared 28	68	54	122	50	19
Pared 29	12	29	41	50	6.59
Pared 30	12	35	46	50	7.38
Pared 31	22	35	57	50	9.09
Pared 32	15	33	48	50	7.62
Pared 33	93	43	137	50	22
Pared 34	5.58	26	32	50	5.07
Pared 35	2.34	14	16	50	2.55
Pared 36	5.91	20	26	50	4.12
Pared 37	3.30	21	24	50	3.83
Pared 38	18	22	40	50	6.33
Pared 39	20	19	38	50	6.10
Pared 40	15	20	35	50	5.57
Pared 41	13	16	28	50	4.53
Pared 42	9.93	16	26	50	4.18
Pared 43	9.34	15	24	50	3.89
Pared 44	42	28	71	50	11
Pared 45	24	39	63	50	10
Pared 46	47	41	88	50	14
Pared 47	47	41	88	50	14
Pared 48	44	47	91	50	14
Pared 49	71	40	111	50	18
Pared 50	46	45	91	50	14
Pared 51	49	40	90	50	14
Pared 52	59	43	102	50	16
Pared 53	13	43	56	50	8.88
Pared 54	81	52	133	50	21
Pared 55	55	54	109	50	17
Pared 56	40	49	89	50	14
Pared 57	61	49	110	50	17

**Vestuarios 1 y 2**

12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Local 1 / Resultados luminotécnicos**

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Pared 58	35	51	86	50	14
Pared 59	61	53	114	50	18
Pared 60	81	52	133	50	21
Pared 61	18	45	63	50	10
Pared 62	60	43	103	50	16
Pared 63	71	43	114	50	18
Pared 64	16	42	58	50	9.17
Pared 65	60	37	98	50	16
Pared 66	43	40	83	50	13
Pared 67	27	36	63	50	9.99

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.077 (1:13)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.037 (1:27)

Valor de eficiencia energética:  $4.82 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $55.14 \text{ m}^2$ )

## Vestuarios 1 y 2

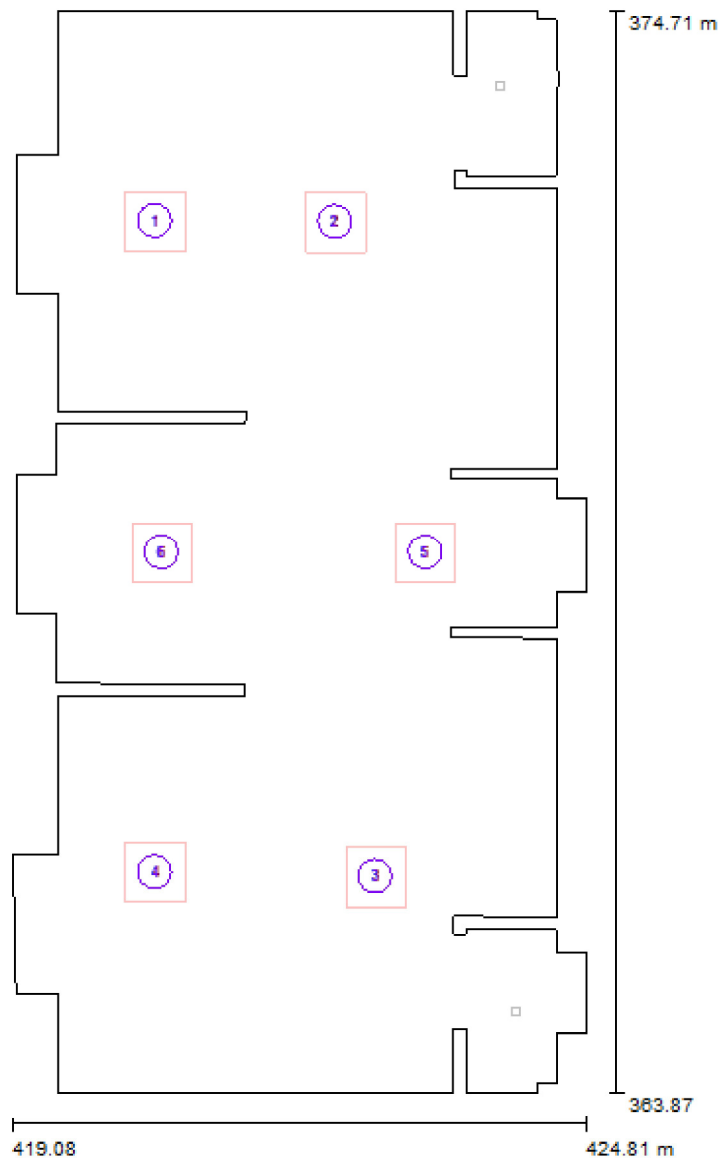


12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Principal / Datos de planificación



Escala 1 : 74

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	420.500	372.611	2.800	0.0	0.0	0.0
2	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	422.300	372.600	2.800	0.0	0.0	0.0
3	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	422.700	366.049	2.800	0.0	0.0	0.0
4	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	420.500	366.091	2.800	0.0	0.0	0.0
5	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	423.199	369.293	2.800	0.0	0.0	0.0
6	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	420.566	369.293	2.800	0.0	0.0	0.0

DIALux 4.8 by DIAL GmbH

Página 11



## Vestuarios 1 y 2

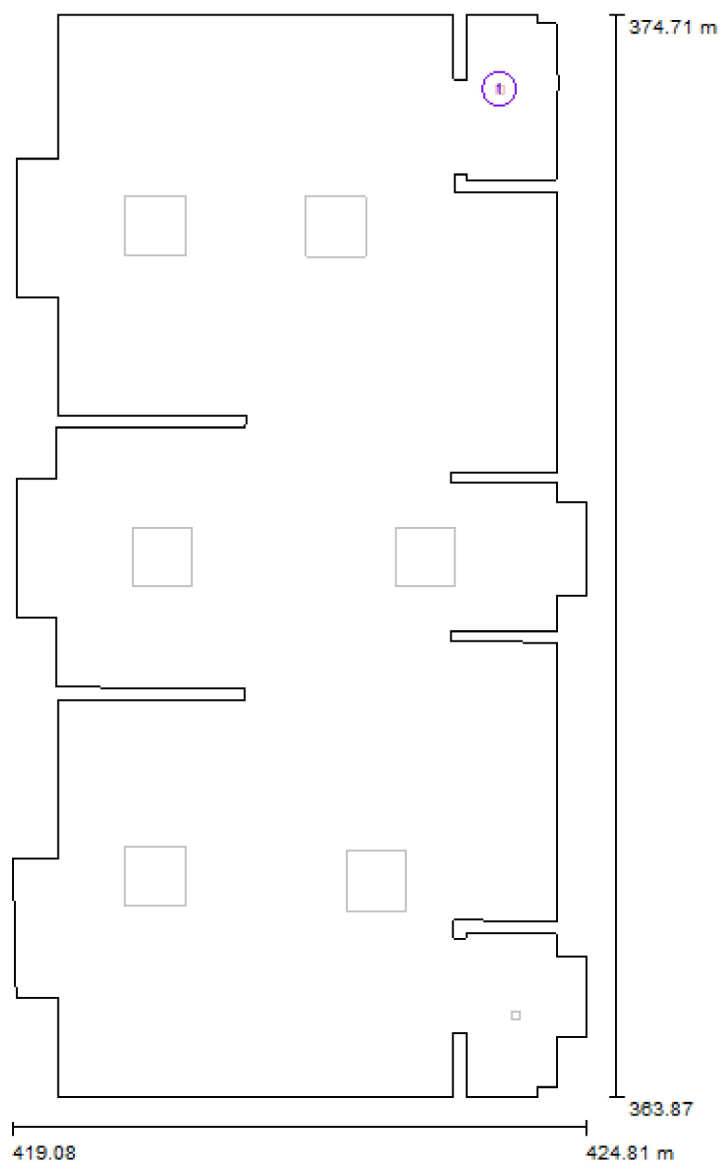


12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Baño 1 / Datos de planificación



Escala 1 : 74

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2070111 2200	423.940	373.960	2.800	0.0	0.0	0.0

## Vestuarios 1 y 2

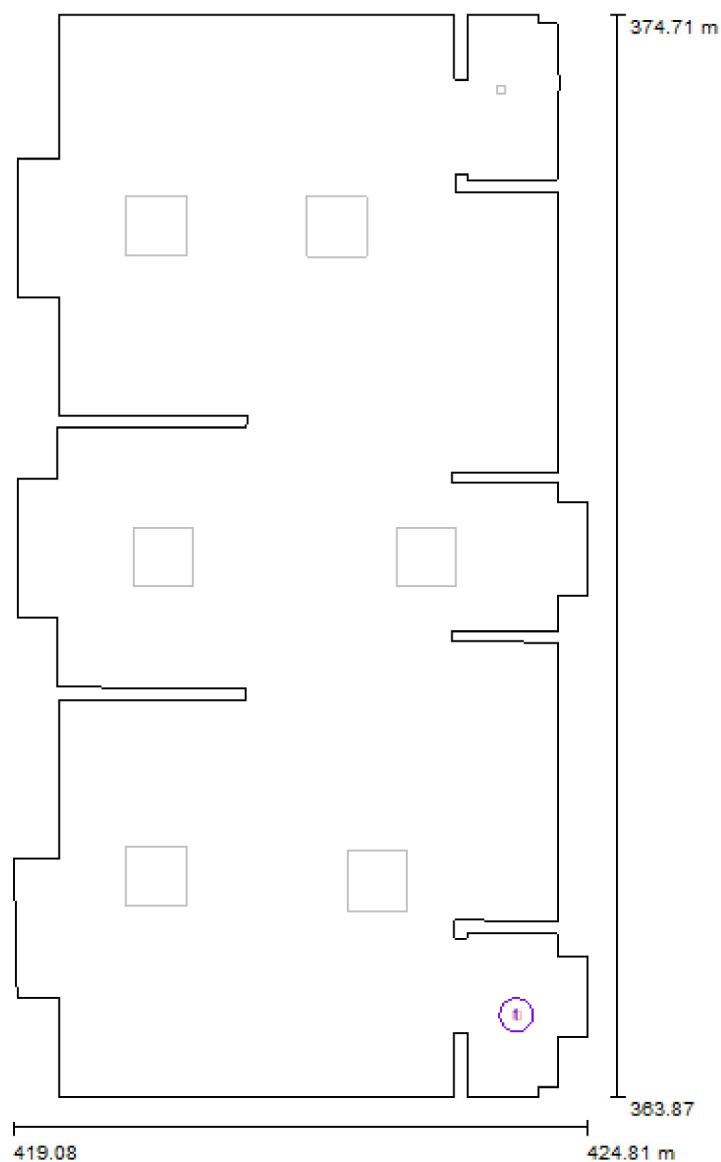


12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Baño 2 / Datos de planificación



Escala 1 : 74

N°	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2070111 2200	424.100	364.700	2.800	0.0	0.0	0.0

## Vestuarios 1 y 2

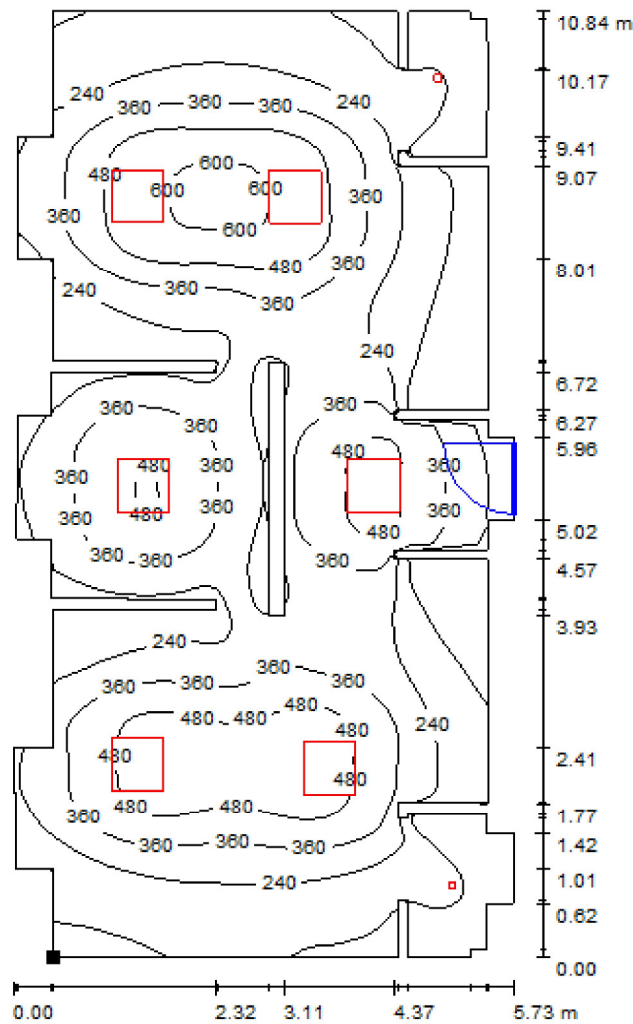


12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 85

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(419.529 m, 363.873 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
299

$E_{min}$  [lx]  
23

$E_{max}$  [lx]  
616

$E_{min} / E_m$   
0.077

$E_{min} / E_{max}$   
0.037

## Vestuarios 1 y 2

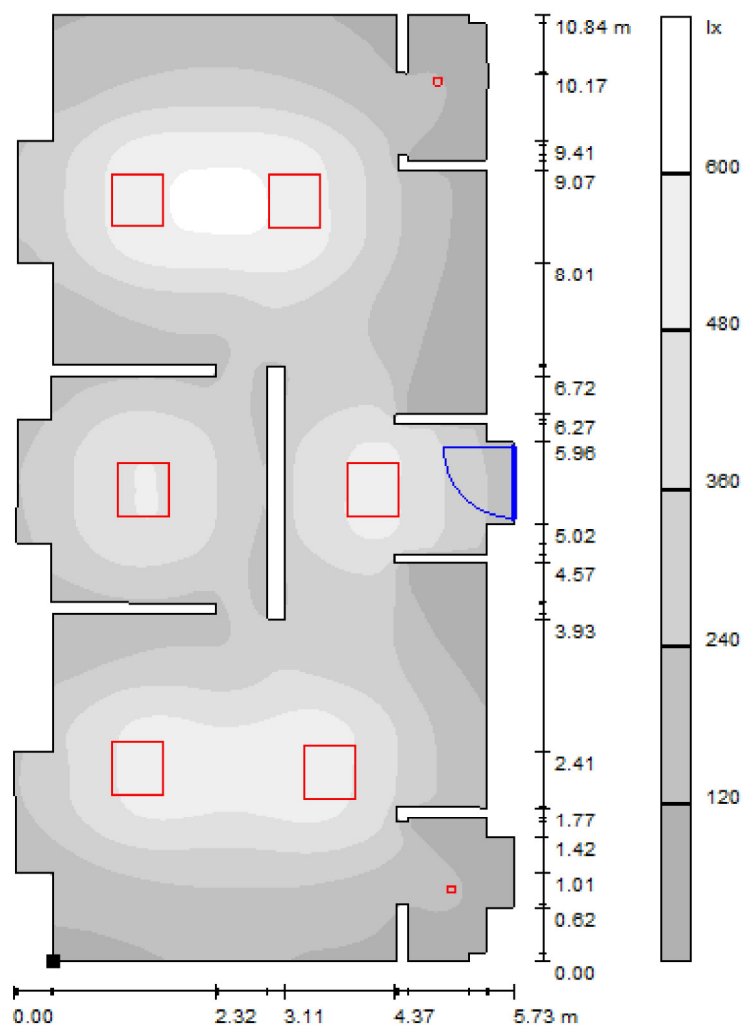


12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

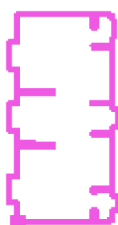
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 85

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(419.529 m, 363.873 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
299

$E_{min}$  [lx]  
23

$E_{max}$  [lx]  
616

$E_{min} / E_m$   
0.077

$E_{min} / E_{max}$   
0.037

## Vestuarios 1 y 2

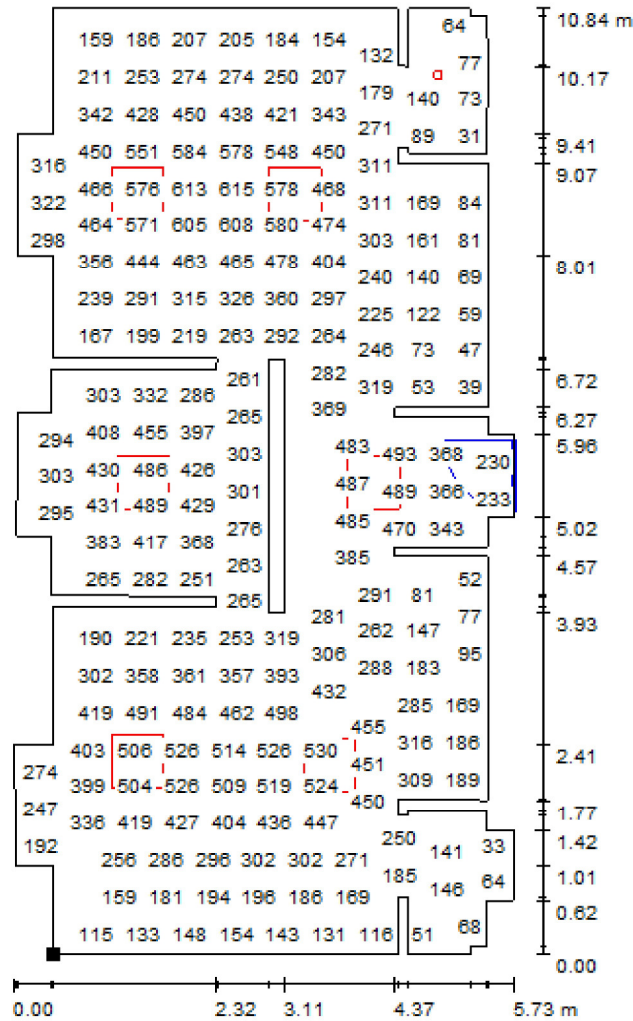


12.10.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 85

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el  
local:

Punto marcado:  
(419.529 m, 363.873 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
299

$E_{min}$  [lx]  
23

$E_{max}$  [lx]  
616

$E_{min} / E_m$   
0.077

$E_{min} / E_{max}$   
0.037

DIALux 4.8 by DIAL GmbH

Página 16

## Vestuarios 1 y 2

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 12.10.2013  
Proyecto elaborado por: Iñigo Ostiz



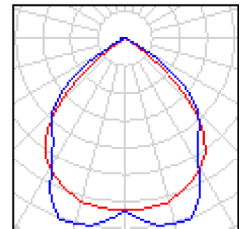
UPNA

Arrosadia

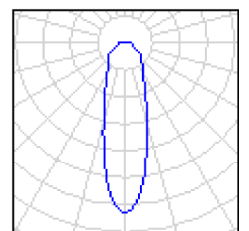
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

### Vestuarios 1 y 2 / Lista de luminarias

6 Pieza INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D  
N° de artículo: L\_352IETd36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 98 100 100 67  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza INDAL Z2070111 2200  
N° de artículo: Z2070111  
Flujo luminoso de las luminarias: 174 lm  
Potencia de las luminarias: 25.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 59 82 93 100 100  
Armamento: 1 x IRR-25 (Factor de corrección 1.000).



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

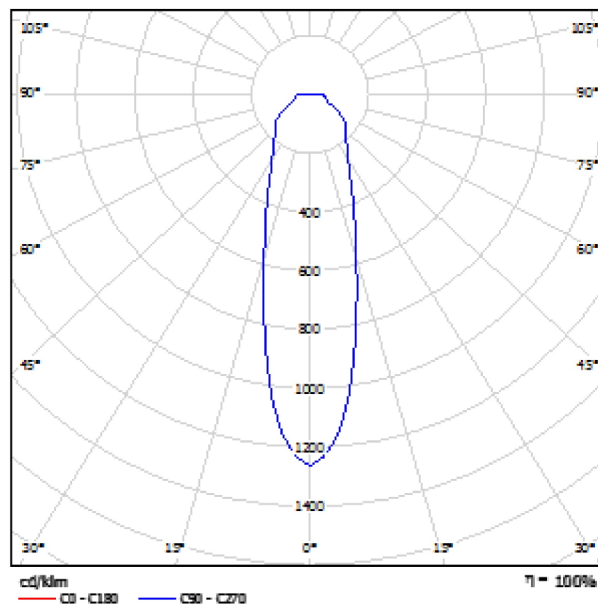
## INDAL Z2070111 2200 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 59 82 93 100 100

Descripción no disponible



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



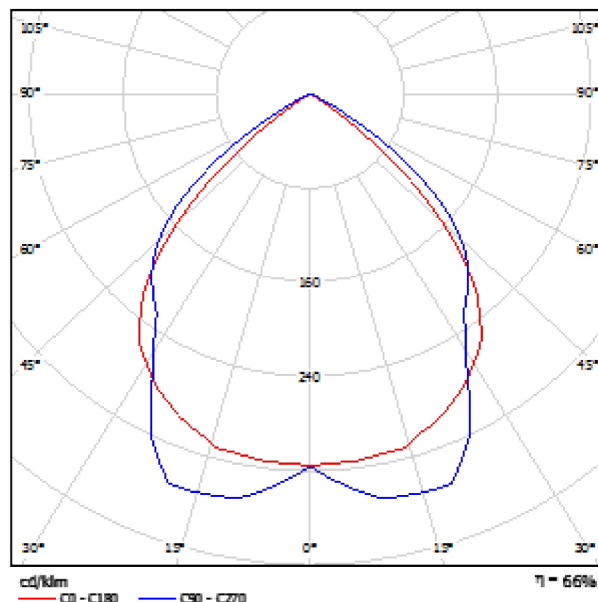


UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 98 100 100 67

Luminarias polivalentes para empotrar en techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.

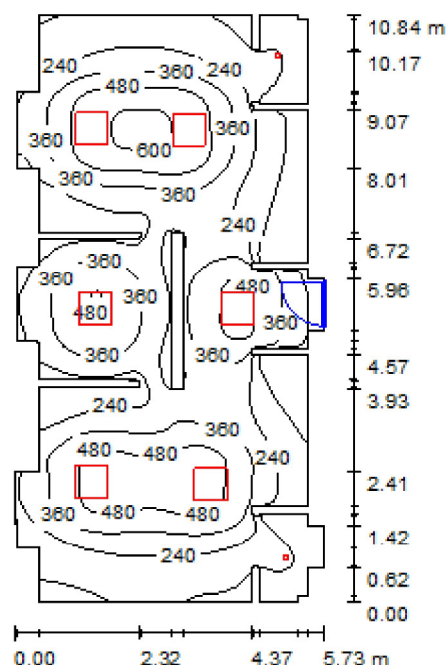
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:140

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	299	23	616	0.077
Suelo	20	245	26	402	0.105
Techo	70	42	16	70	0.382
Paredes (67)	50	80	13	512	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	6	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D (1.000)	5800	36.0
2	2	INDAL Z2070111 2200 (1.000)	174	25.0
Total:			35148	266.0

Valor de eficiencia energética:  $4.82 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $55.14 \text{ m}^2$ )



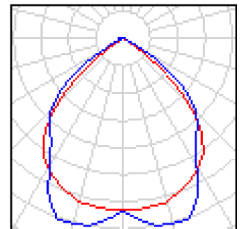
UPNA

Arrosadia

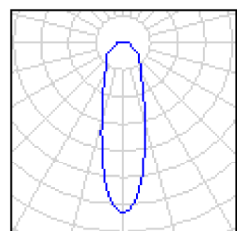
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Lista de luminarias

6 Pieza INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D  
N° de artículo: L\_352IETd36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 98 100 100 67  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza INDAL Z2070111 2200  
N° de artículo: Z2070111  
Flujo luminoso de las luminarias: 174 lm  
Potencia de las luminarias: 25.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 59 82 93 100 100  
Armamento: 1 x IRR-25 (Factor de corrección 1.000).

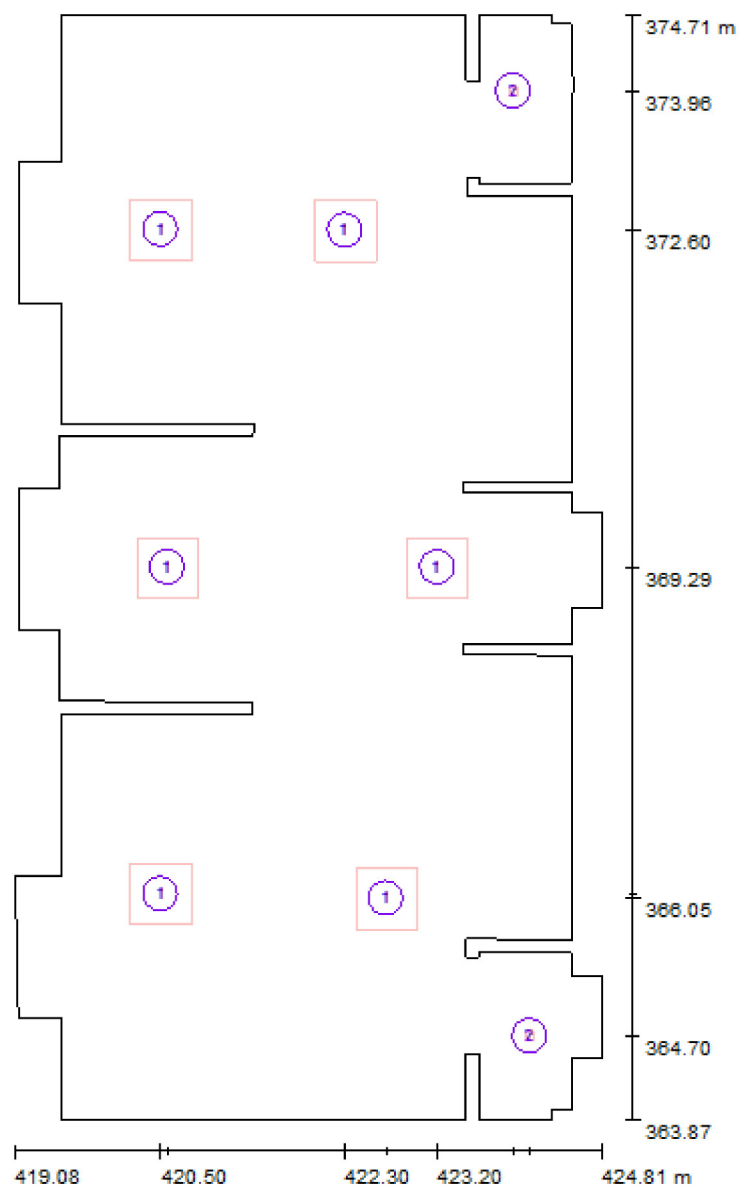




UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 74

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	6	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D
2	2	INDAL Z2070111 2200



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 35148 lm  
Potencia total: 266.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	263	36	299	/	/
Suelo	203	41	245	20	16
Techo	0.00	42	42	70	9.31
Pared 1	41	38	79	50	13
Pared 2	22	38	59	50	9.44
Pared 3	58	27	85	50	14
Pared 4	7.05	15	22	50	3.56
Pared 5	15	16	30	50	4.84
Pared 6	14	17	30	50	4.83
Pared 7	22	20	41	50	6.57
Pared 8	22	19	41	50	6.51
Pared 9	13	16	29	50	4.60
Pared 10	9.72	19	29	50	4.57
Pared 11	5.59	16	21	50	3.40
Pared 12	3.72	20	23	50	3.72
Pared 13	6.57	18	25	50	3.96
Pared 14	3.38	12	15	50	2.45
Pared 15	4.85	26	31	50	4.94
Pared 16	140	42	181	50	29
Pared 17	32	40	72	50	11
Pared 18	28	38	65	50	10
Pared 19	18	33	51	50	8.08
Pared 20	67	54	122	50	19
Pared 21	102	55	157	50	25
Pared 22	67	58	125	50	20
Pared 23	17	51	68	50	11
Pared 24	24	45	70	50	11
Pared 25	22	52	74	50	12



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Pared 26	64	56	120	50	19
Pared 27	101	55	156	50	25
Pared 28	68	54	122	50	19
Pared 29	12	29	41	50	6.59
Pared 30	12	35	46	50	7.38
Pared 31	22	35	57	50	9.09
Pared 32	15	33	48	50	7.62
Pared 33	93	43	137	50	22
Pared 34	5.58	26	32	50	5.07
Pared 35	2.34	14	16	50	2.55
Pared 36	5.91	20	26	50	4.12
Pared 37	3.30	21	24	50	3.83
Pared 38	18	22	40	50	6.33
Pared 39	20	19	38	50	6.10
Pared 40	15	20	35	50	5.57
Pared 41	13	16	28	50	4.53
Pared 42	9.93	16	26	50	4.18
Pared 43	9.34	15	24	50	3.89
Pared 44	42	28	71	50	11
Pared 45	24	39	63	50	10
Pared 46	47	41	88	50	14
Pared 47	47	41	88	50	14
Pared 48	44	47	91	50	14
Pared 49	71	40	111	50	18
Pared 50	46	45	91	50	14
Pared 51	49	40	90	50	14
Pared 52	59	43	102	50	16
Pared 53	13	43	56	50	8.88
Pared 54	81	52	133	50	21
Pared 55	55	54	109	50	17
Pared 56	40	49	89	50	14
Pared 57	61	49	110	50	17



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Pared 58	35	51	86	50	14
Pared 59	61	53	114	50	18
Pared 60	81	52	133	50	21
Pared 61	18	45	63	50	10
Pared 62	60	43	103	50	16
Pared 63	71	43	114	50	18
Pared 64	16	42	58	50	9.17
Pared 65	60	37	98	50	16
Pared 66	43	40	83	50	13
Pared 67	27	36	63	50	9.99

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.077 (1:13)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.037 (1:27)

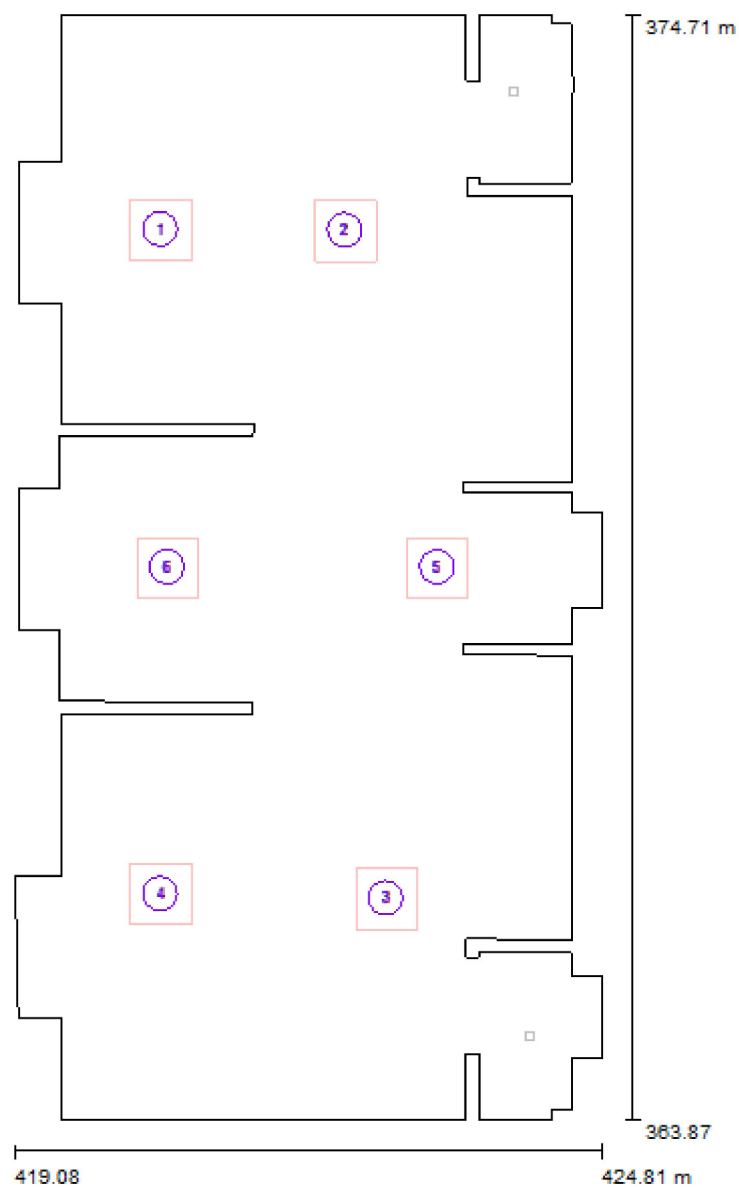
Valor de eficiencia energética:  $4.82 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $55.14 \text{ m}^2$ )



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Principal / Datos de planificación



Escala 1 : 74

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	420.500	372.611	2.800	0.0	0.0	0.0
2	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	422.300	372.600	2.800	0.0	0.0	0.0
3	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	422.700	366.049	2.800	0.0	0.0	0.0
4	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	420.500	366.091	2.800	0.0	0.0	0.0
5	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	423.199	369.293	2.800	0.0	0.0	0.0
6	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	420.566	369.293	2.800	0.0	0.0	0.0

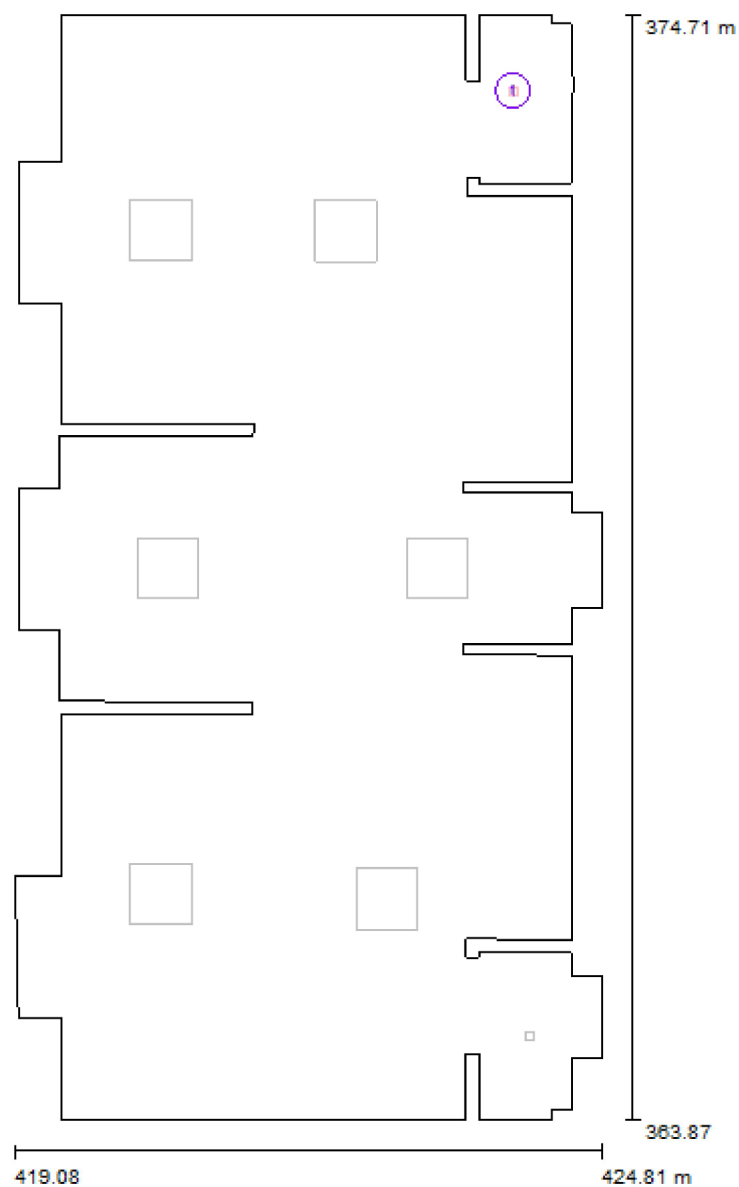




UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Baño 1 / Datos de planificación



Escala 1 : 74

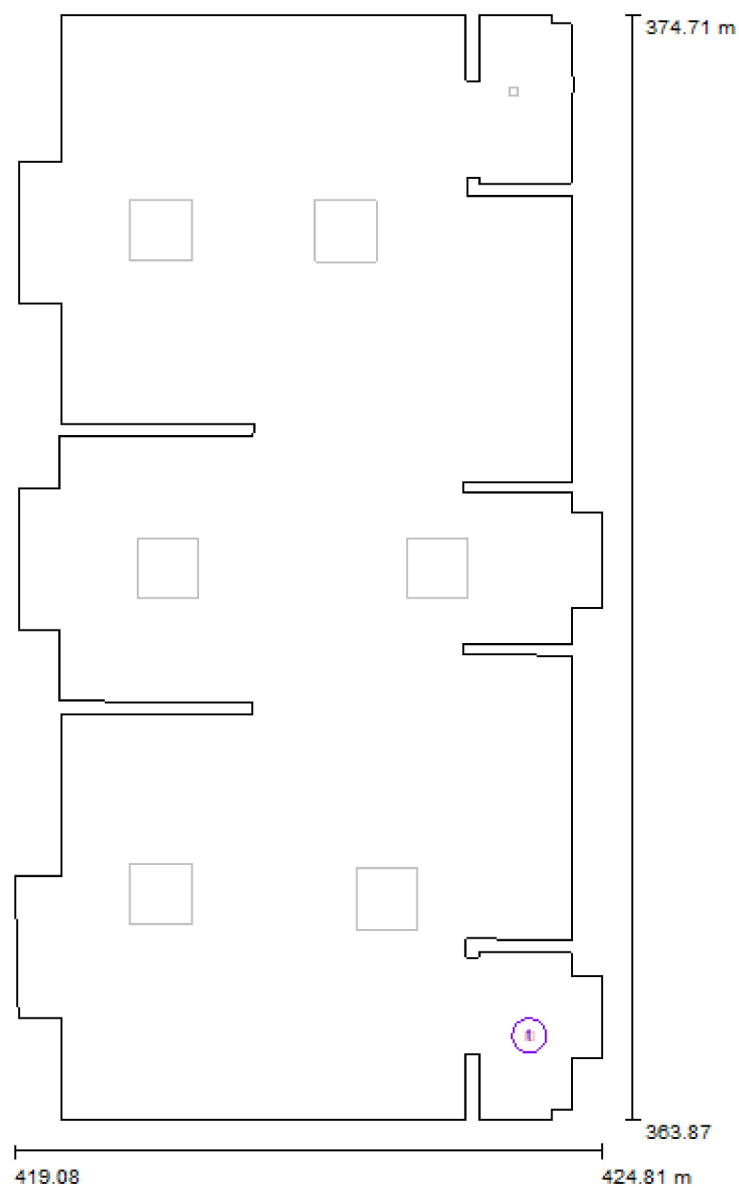
Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2070111 2200	423.940	373.960	2.800	0.0	0.0	0.0



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Baño 2 / Datos de planificación



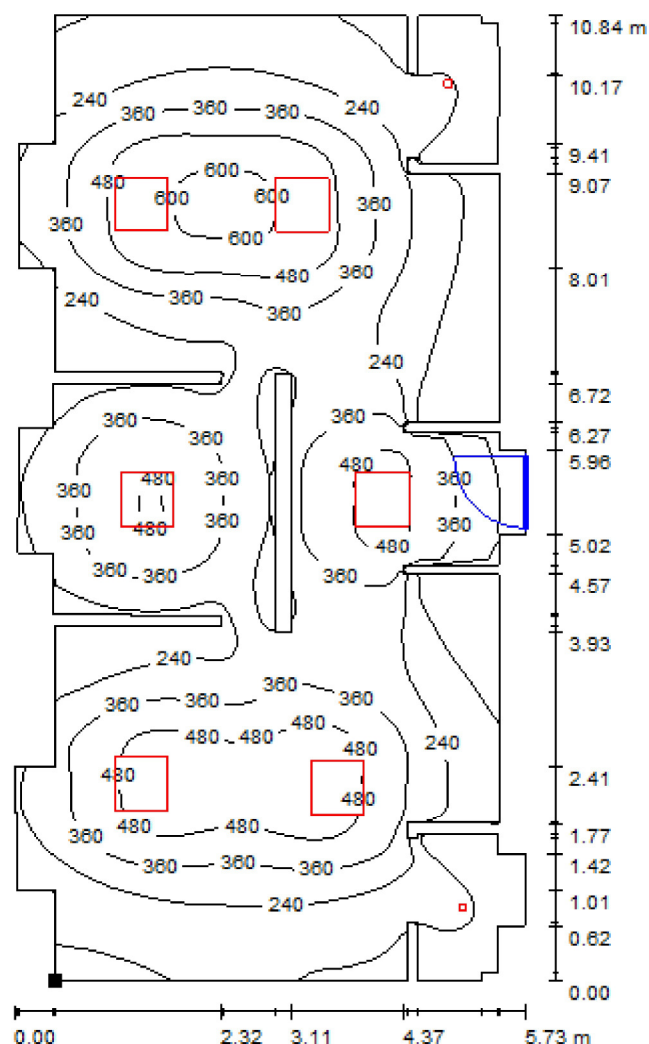
Escala 1 : 74

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2070111 2200	424.100	364.700	2.800	0.0	0.0	0.0

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 85

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(419.529 m, 363.873 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
299

$E_{min}$  [lx]  
23

$E_{max}$  [lx]  
616

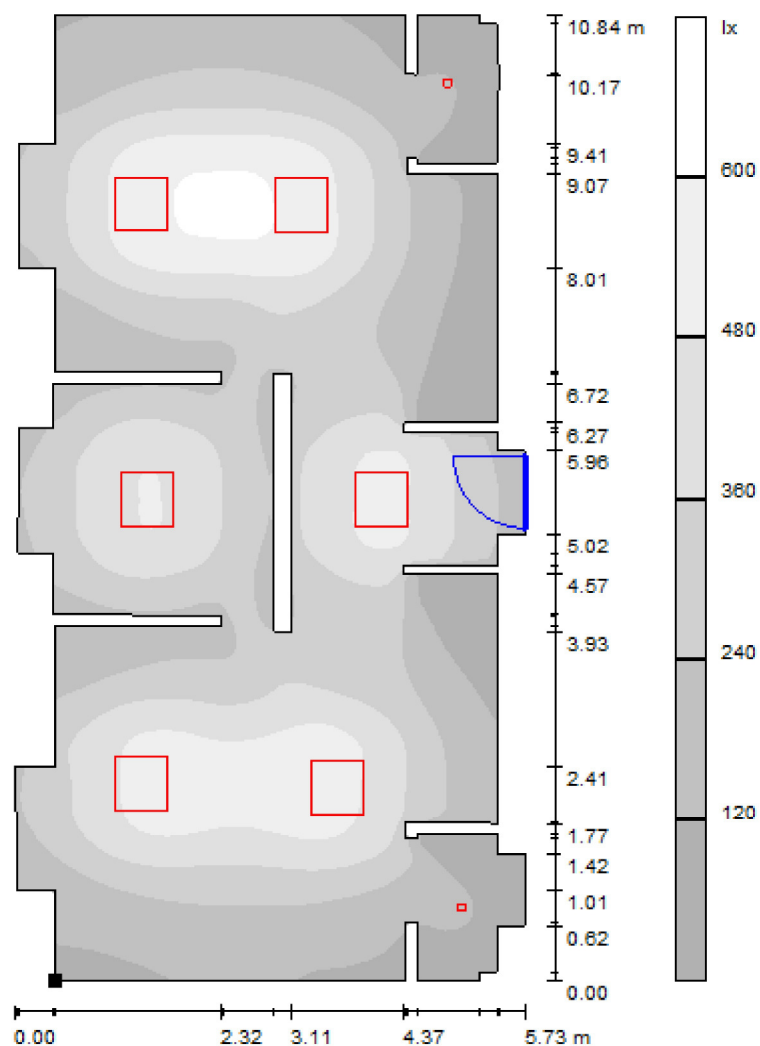
$E_{min} / E_m$   
0.077

$E_{min} / E_{max}$   
0.037

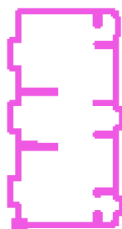
UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(419.529 m, 363.873 m, 0.850 m)



Escala 1 : 85

Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
299

$E_{min}$  [lx]  
23

$E_{max}$  [lx]  
616

$E_{min} / E_m$   
0.077

$E_{min} / E_{max}$   
0.037

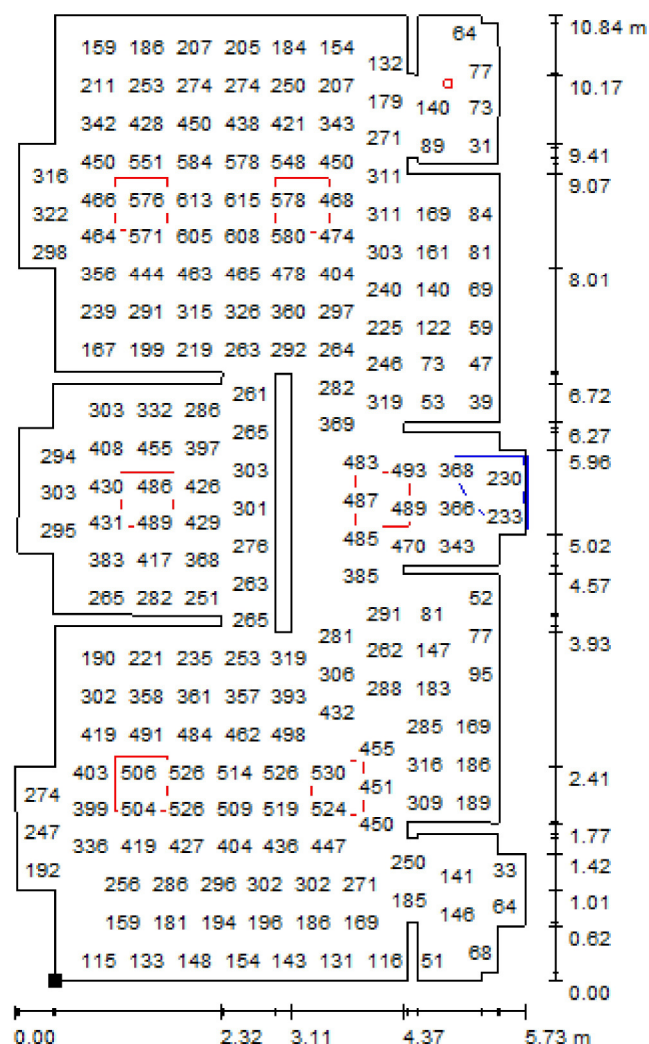


UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)



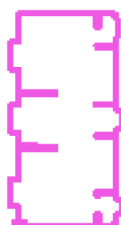
Valores en Lux, Escala 1 : 85

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(419.529 m, 363.873 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
299

$E_{min}$  [lx]  
23

$E_{max}$  [lx]  
616

$E_{min} / E_m$   
0.077

$E_{min} / E_{max}$   
0.037

## Vestuario árbitros

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 16.08.2013  
Proyecto elaborado por: Iñigo Ostiz

**Vestuario árbitros**

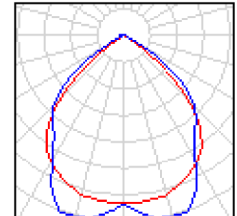
16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

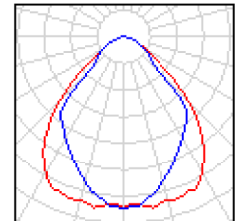
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Vestuario árbitros / Lista de luminarias**

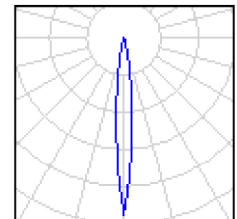
2 Pieza INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D  
N° de artículo: L\_352IETd36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 98 100 100 67  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



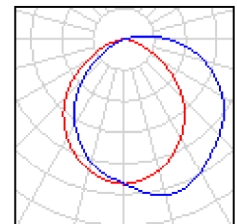
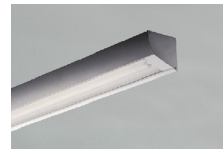
2 Pieza INDAL Z2062102B 3000+V-300  
N° de artículo: Z2062102B  
Flujo luminoso de las luminarias: 2550 lm  
Potencia de las luminarias: 150.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 92 99 100 58  
Armamento: 1 x HDG-150 (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza INDAL Z2082301 4010  
N° de artículo: Z2082301  
Flujo luminoso de las luminarias: 366 lm  
Potencia de las luminarias: 20.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 95 97 100 109  
Armamento: 1 x HRGS-UB-20 (Factor de corrección 1.000).



3 Pieza INDAL Z2111101 22018  
N° de artículo: Z2111101  
Flujo luminoso de las luminarias: 1350 lm  
Potencia de las luminarias: 18.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 97  
Código CIE Flux: 48 78 93 97 54  
Armamento: 1 x FD-18 (Factor de corrección 1.000).



## Vestuario árbitros



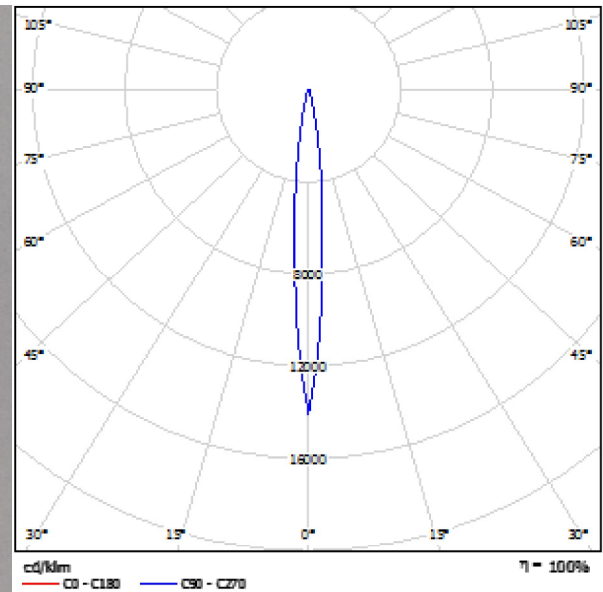
16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL Z2082301 4010 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 95 97 100 109

Descripción no disponible

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
o Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
o Paredes	50	50	50	50	30	50	50	50	50	30
o Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño de la local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	15.2	16.0	15.5	16.2	16.4	15.2	16.0	15.5	16.2
	3H	16.7	17.4	17.0	17.6	17.9	16.7	17.4	17.0	17.6
	4H	17.9	18.6	18.2	18.9	19.1	17.9	18.6	18.2	18.9
	6H	19.7	20.3	20.0	20.6	20.9	19.7	20.3	20.0	20.6
	8H	20.8	21.4	21.1	21.7	22.0	20.8	21.4	21.1	21.7
12H	22.0	22.6	22.4	22.9	23.2	22.0	22.6	22.4	22.9	
4H	2H	15.8	16.3	15.9	16.5	16.8	15.8	16.3	15.9	16.5
	3H	17.5	18.1	17.9	18.4	18.7	17.5	18.1	17.9	18.4
	4H	19.1	19.6	19.5	19.9	20.3	19.1	19.6	19.5	19.9
	6H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.3	21.2	21.6	21.6	22.0
	8H	22.4	22.8	22.8	23.2	23.6	22.4	22.8	22.8	23.2
12H	23.5	24.2	24.3	24.6	25.0	23.5	24.2	24.3	24.6	
8H	2H	19.8	20.2	20.2	20.6	21.0	19.8	20.2	20.2	20.6
	3H	22.2	22.5	22.7	22.9	23.4	22.2	22.5	22.7	22.9
	4H	23.7	23.9	24.1	24.4	24.8	23.7	23.9	24.1	24.4
	6H	25.3	25.5	25.8	26.0	26.5	25.3	25.5	25.8	26.0
	12H	26.5	26.8	27.0	27.3	27.8	26.5	26.8	27.0	27.3
12H	4H	20.1	20.4	20.5	20.8	21.2	20.1	20.4	20.5	20.8
	6H	22.6	22.8	23.0	23.3	23.8	22.6	22.8	23.0	23.3
	8H	24.1	24.4	24.6	24.8	25.3	24.1	24.4	24.6	24.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2				
S = 1.5H	+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H	+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7				
Talla estándar	---					---				
Sumando de correlación	---					---				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 360.5lm Flujo luminoso total										



**Vestuario árbitros**

16.08.2013

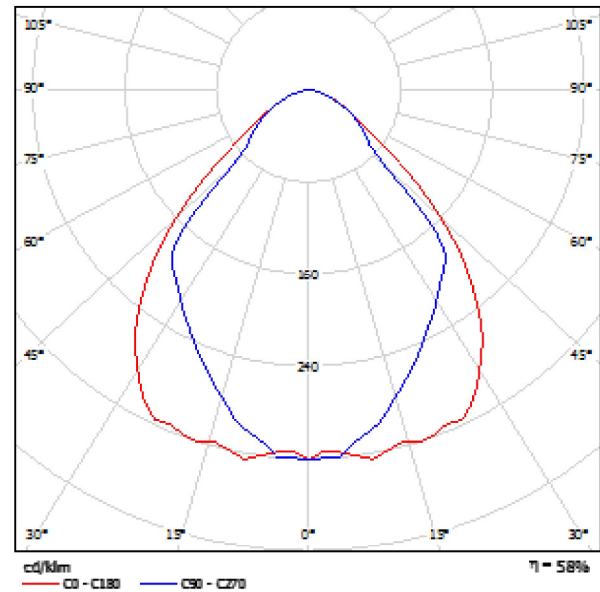
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

**INDAL Z2062102B 3000+V-300 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 68 92 99 100 58

Descripción no disponible

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna  
 tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

**Vestuario árbitros**

16.08.2013

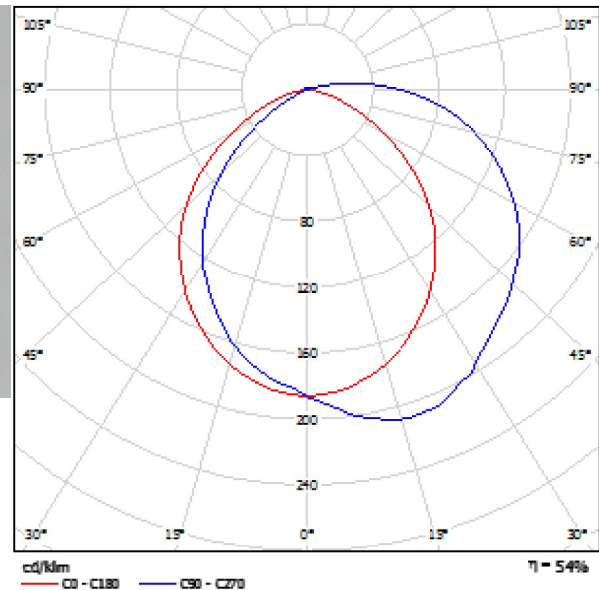
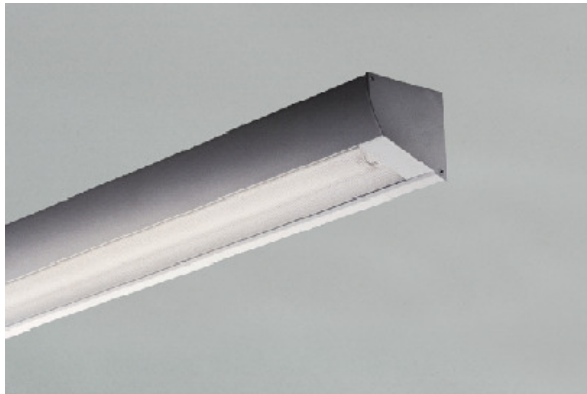
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

**INDAL Z2111101 22018 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 97  
 Código CIE Flux: 48 78 93 97 54

Luminarias decorativas para instalación adosada en pared. Indicadas para bañar paramentos lisos e iluminar espejos, pizarras, o elementos murales.

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

## Vestuario árbitros



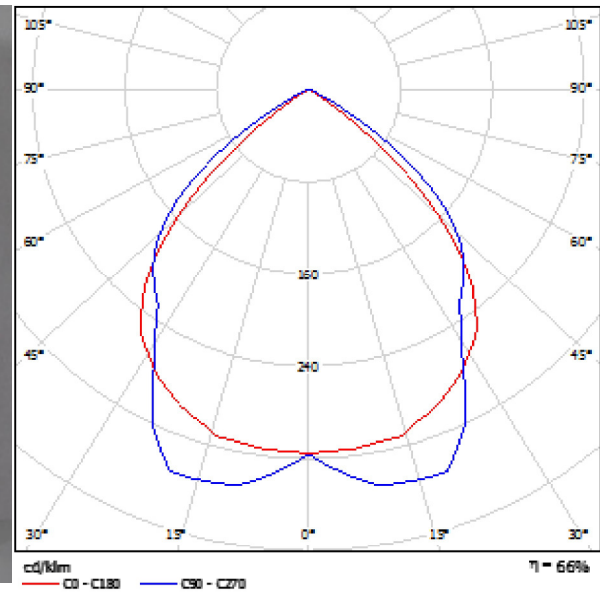
16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 98 100 100 67

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Luminarias polivalentes para empotrar en techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.

## Vestuario árbitros



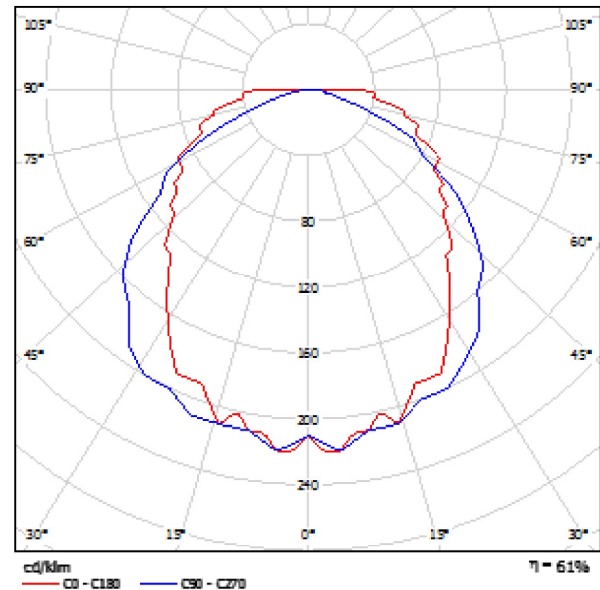
16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L55IXP \_\_55SBP 55-IXP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 47 76 92 100 62

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Luminarias para fijación a poste pared o brazo así como para adosar o suspender; para la iluminación de áreas interiores y exteriores donde sean requeridos un diseño compacto tamaño reducido y elevado índice de protección utilizando lámparas de sodio baja presión (SB) hasta 55 W o fluorescencia compacta (TC-L) hasta 2x55 W o fluorescencia lineal (T5) de 2x14 W. Formada por una carcasa en aleación ligera inyectada pintada en color gris RAL 7035 brillo con junta de estanqueidad de silicona y pestillos de cierre en perfil extruido de aluminio anodizado. Reflector que porta el equipo eléctrico en aluminio anodizado. Difusor inyectado en policarbonato estabilizado a los rayos UV transparente y mateado por el interior con una cenefa de prismas laterales. IP-65. IK 10. Clase I.

## Vestuario árbitros

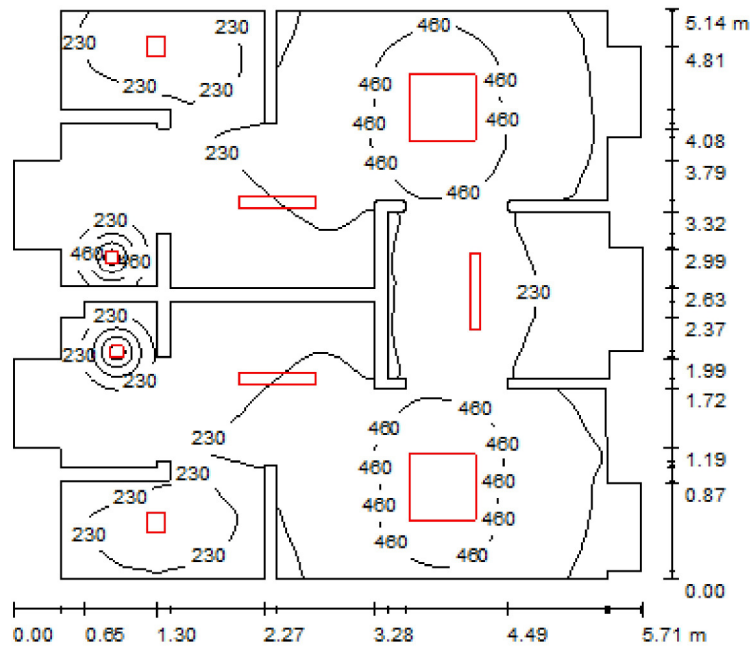


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:67

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	270	24	1134	0.088
Suelo	20	201	29	584	0.146
Techo	70	47	15	122	0.328
Paredes (74)	50	94	13	843	/

## Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D (1.000)	5800	36.0
2	2	INDAL Z2062102B 3000+V-300 (1.000)	2550	150.0
3	2	INDAL Z2082301 4010 (1.000)	366	20.0
4	3	INDAL Z2111101 22018 (1.000)	1350	18.0
Total:			21481	466.0

Valor de eficiencia energética:  $18.19 \text{ W/m}^2 = 6.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.61 \text{ m}^2$ )

**Vestuario árbitros**

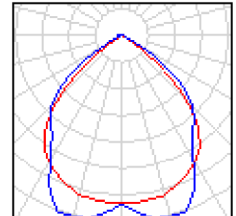
16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

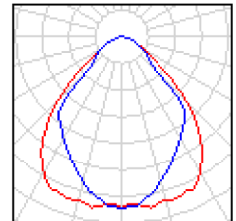
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

**Local 1 / Lista de luminarias**

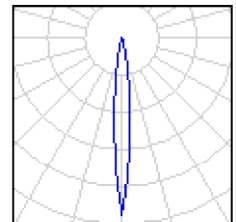
2 Pieza INDAL L\_352IETd36Fd2M1 352-IET-D  
N° de artículo: L\_352IETd36Fd2M1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 98 100 100 67  
Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).



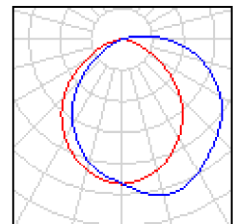
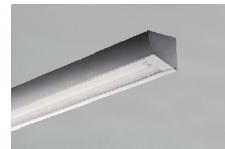
2 Pieza INDAL Z2062102B 3000+V-300  
N° de artículo: Z2062102B  
Flujo luminoso de las luminarias: 2550 lm  
Potencia de las luminarias: 150.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 92 99 100 58  
Armamento: 1 x HDG-150 (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza INDAL Z2082301 4010  
N° de artículo: Z2082301  
Flujo luminoso de las luminarias: 366 lm  
Potencia de las luminarias: 20.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 95 97 100 109  
Armamento: 1 x HRGS-UB-20 (Factor de corrección 1.000).



3 Pieza INDAL Z2111101 22018  
N° de artículo: Z2111101  
Flujo luminoso de las luminarias: 1350 lm  
Potencia de las luminarias: 18.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 97  
Código CIE Flux: 48 78 93 97 54  
Armamento: 1 x FD-18 (Factor de corrección 1.000).



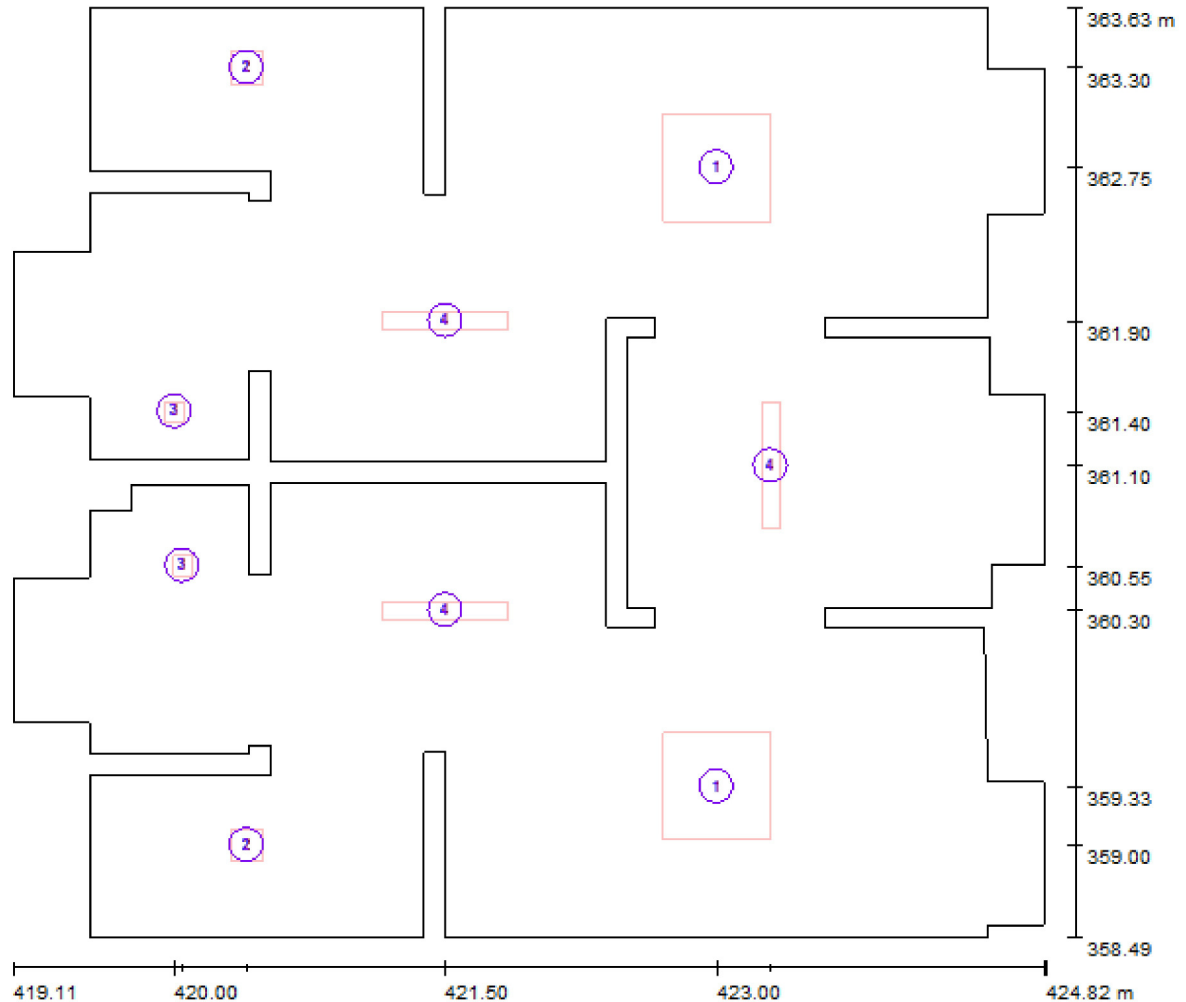
**Vestuario árbitros**

16.08.2013

UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

**Local 1 / Luminarias (ubicación)**

Escala 1 : 41

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	2	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D
2	2	INDAL Z2062102B 3000+V-300
3	2	INDAL Z2082301 4010
4	3	INDAL Z2111101 22018

## Vestuario árbitros



16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 21481 lm  
Potencia total: 466.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	224	46	270	/	/
Suelo	156	45	201	20	13
Techo	1.11	46	47	70	10
Pared 1	67	42	108	50	17
Pared 2	50	47	98	50	16
Pared 3	78	43	122	50	19
Pared 4	137	60	197	50	31
Pared 5	34	41	75	50	12
Pared 6	64	45	109	50	17
Pared 7	36	45	81	50	13
Pared 8	9.51	30	39	50	6.28
Pared 9	19	18	37	50	5.87
Pared 10	15	19	34	50	5.45
Pared 11	10	23	33	50	5.27
Pared 12	9.92	22	32	50	5.13
Pared 13	18	24	43	50	6.79
Pared 14	0.90	15	16	50	2.48
Pared 15	8.21	18	27	50	4.24
Pared 16	3.92	15	19	50	3.07
Pared 17	7.21	23	30	50	4.80
Pared 18	6.92	21	28	50	4.49
Pared 19	1.31	15	16	50	2.55
Pared 20	11	29	40	50	6.33
Pared 21	9.65	44	54	50	8.58
Pared 22	88	58	146	50	23
Pared 23	66	54	120	50	19
Pared 24	69	54	123	50	20
Pared 25	57	45	102	50	16



## Vestuario árbitros



16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Pared 26	20	43	63	50	10
Pared 27	58	54	112	50	18
Pared 28	108	52	161	50	26
Pared 29	48	50	98	50	16
Pared 30	19	37	57	50	9.04
Pared 31	38	42	80	50	13
Pared 32	2.27	44	46	50	7.32
Pared 33	58	55	113	50	18
Pared 34	61	58	119	50	19
Pared 35	84	49	133	50	21
Pared 36	29	34	64	50	10
Pared 37	12	35	47	50	7.50
Pared 38	4.93	23	28	50	4.45
Pared 39	6.96	31	38	50	5.97
Pared 40	3.36	24	27	50	4.30
Pared 41	12	35	48	50	7.59
Pared 42	29	35	64	50	10
Pared 43	91	51	142	50	23
Pared 44	61	57	118	50	19
Pared 45	57	54	110	50	18
Pared 46	7.64	45	53	50	8.37
Pared 47	41	43	85	50	13
Pared 48	16	40	56	50	8.96
Pared 49	53	49	102	50	16
Pared 50	113	48	161	50	26
Pared 51	61	54	115	50	18
Pared 52	72	36	107	50	17
Pared 53	56	47	104	50	16
Pared 54	93	52	145	50	23
Pared 55	66	57	122	50	19
Pared 56	68	68	136	50	22
Pared 57	23	42	65	50	10

## Vestuario árbitros



16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Pared 58	18	25	43	50	6.91
Pared 59	0.98	16	17	50	2.65
Pared 60	8.95	21	30	50	4.71
Pared 61	11	23	34	50	5.34
Pared 62	3.89	16	20	50	3.14
Pared 63	8.65	20	29	50	4.57
Pared 64	1.40	16	17	50	2.74
Pared 65	18	26	44	50	7.03
Pared 66	25	22	47	50	7.54
Pared 67	19	21	40	50	6.41
Pared 68	9.61	30	40	50	6.34
Pared 69	24	37	61	50	9.77
Pared 70	32	43	75	50	12
Pared 71	23	36	59	50	9.39
Pared 72	139	60	199	50	32
Pared 73	88	43	131	50	21
Pared 74	50	48	98	50	16

Simetrías en el plano útil

 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.088 (1:11) $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.021 (1:48)Valor de eficiencia energética:  $18.19 \text{ W/m}^2 = 6.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.61 \text{ m}^2$ )

## Vestuario árbitros

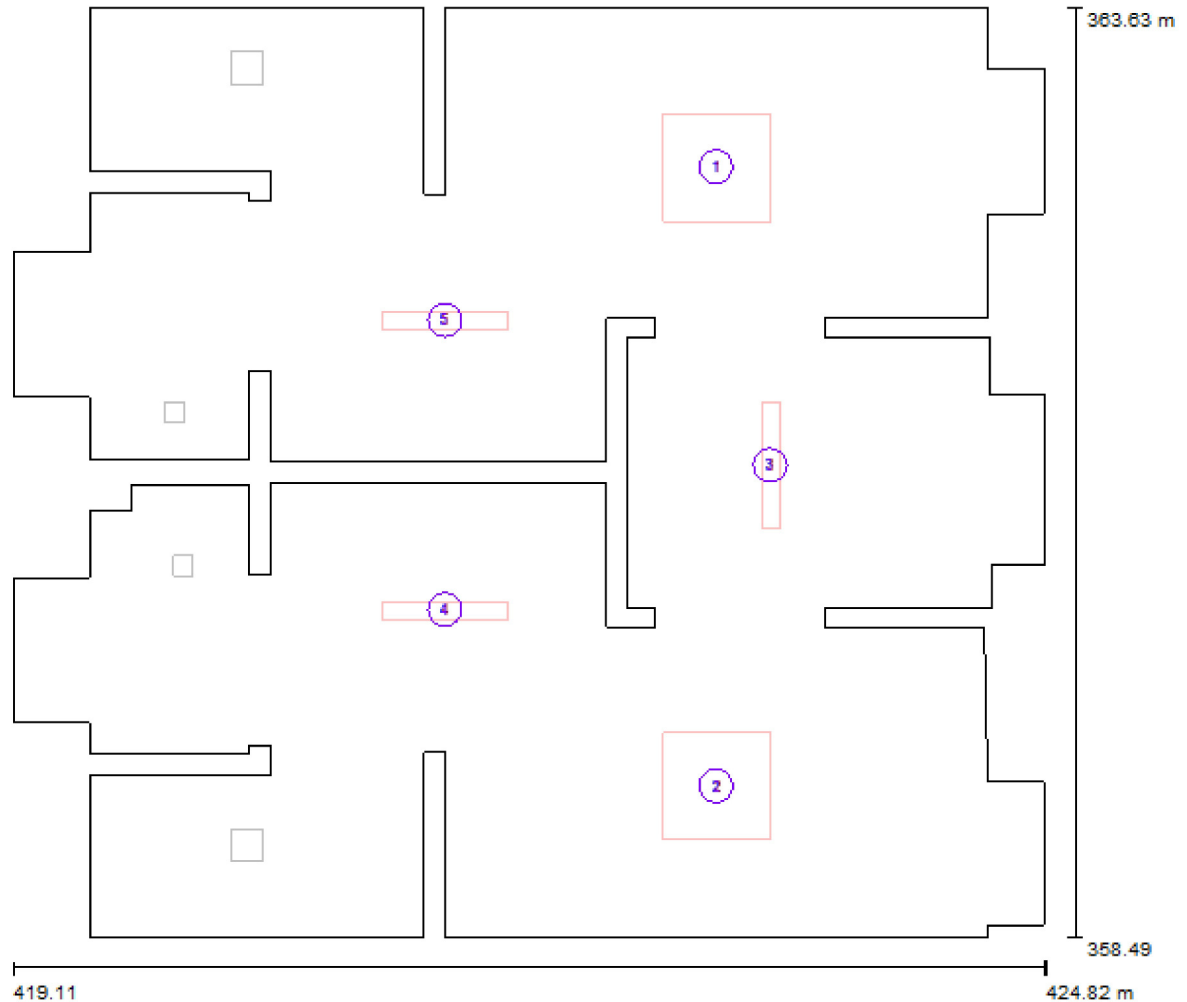


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Principal / Datos de planificación



Escala 1 : 41

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	423.000	362.751	2.800	0.0	0.0	0.0
2	INDAL L_352IETd36Fd2M1 352-IET-D	423.000	359.328	2.800	0.0	0.0	0.0
3	INDAL Z2111101 22018	423.300	361.100	2.800	0.0	0.0	90.0
4	INDAL Z2111101 22018	421.500	360.300	2.800	0.0	0.0	0.0
5	INDAL Z2111101 22018	421.500	361.900	2.800	0.0	0.0	0.0

## Vestuario árbitros



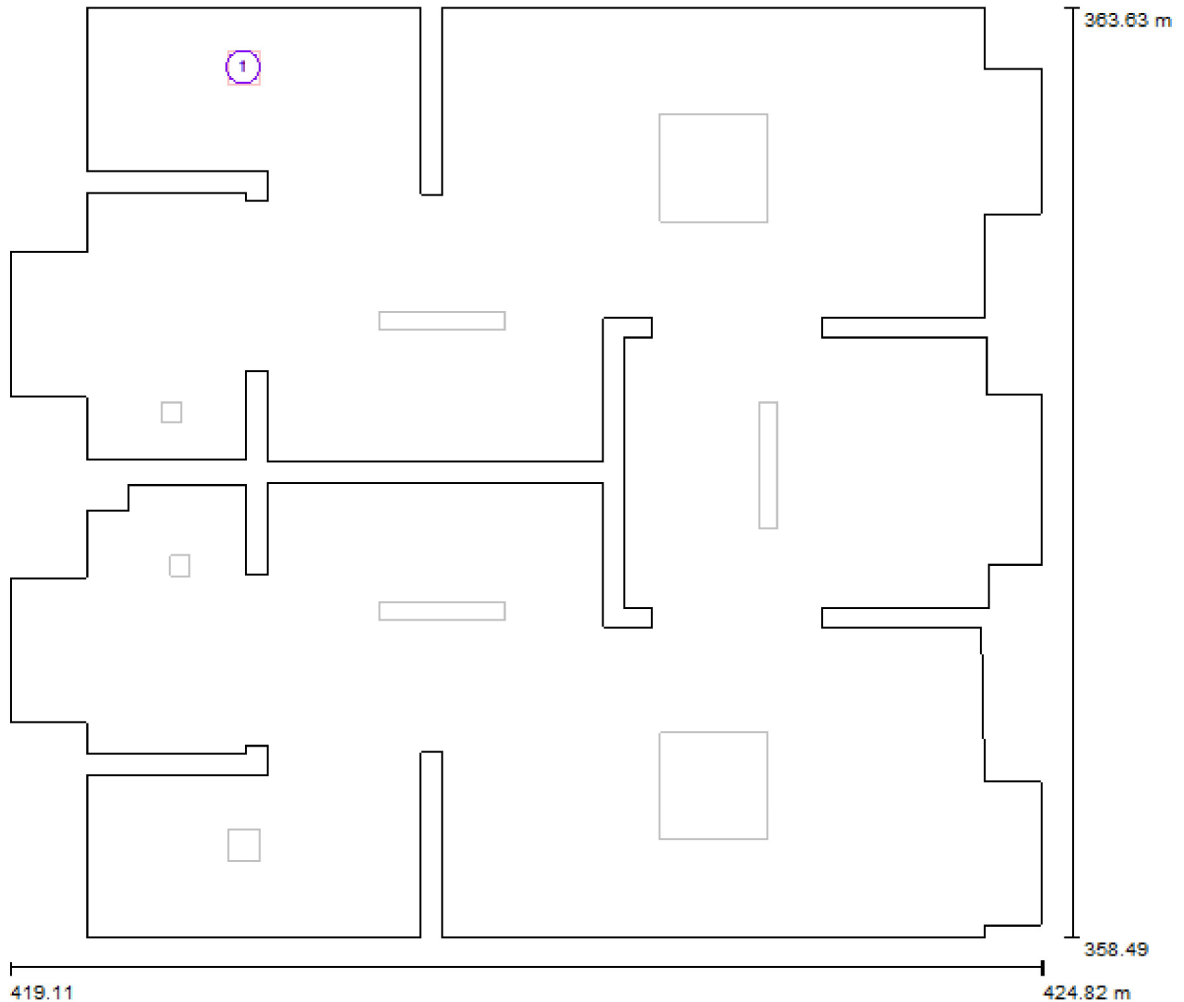
16.08.2013

UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Cuatillo 1 / Datos de planificación



Escala 1 : 41

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2062102B 3000+V-300	420.400	363.300	2.800	0.0	0.0	0.0

## Vestuario árbitros



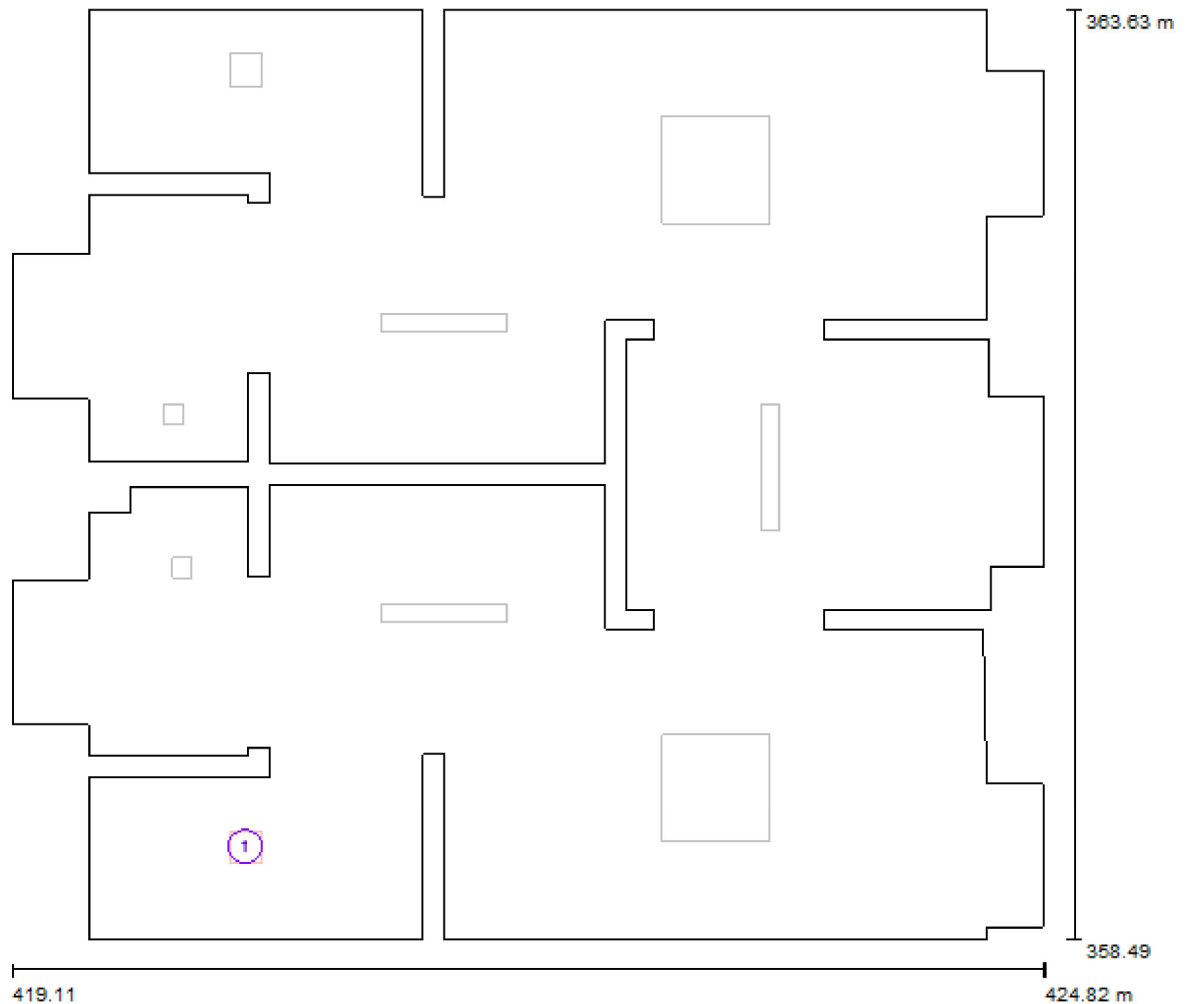
16.08.2013

UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Cuartillo 2 / Datos de planificación



Escala 1 : 41

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2062102B 3000+V-300	420.400	359.000	2.800	0.0	0.0	0.0

## Vestuario árbitros



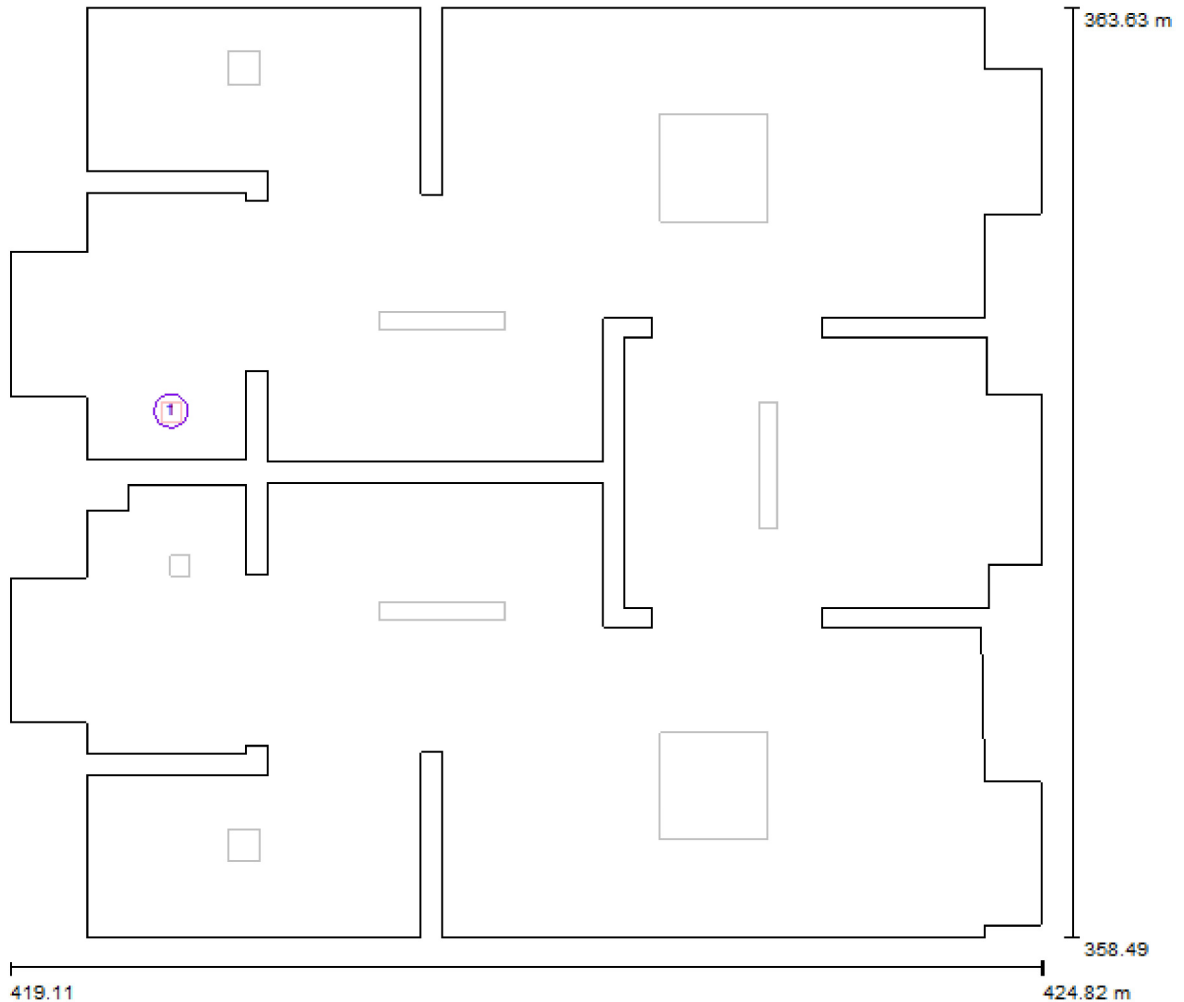
16.08.2013

UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Ducha 1 / Datos de planificación



Escala 1 : 41

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2082301 4010	420.000	361.400	2.800	0.0	0.0	0.0

## Vestuario árbitros



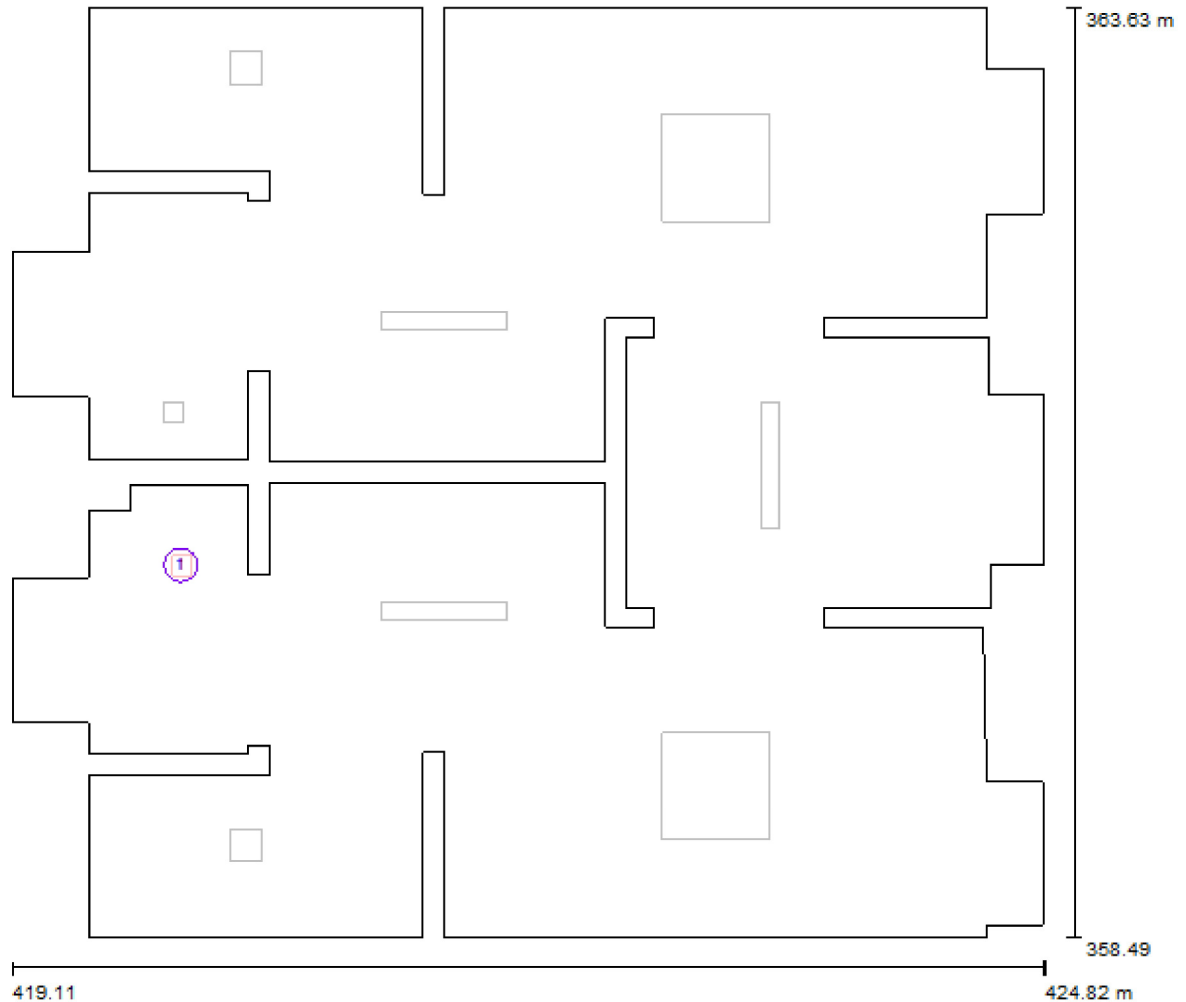
16.08.2013

UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Ducha 2 / Datos de planificación



Escala 1 : 41

Nº	Luminaria	Posición [m]			Rotación [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	INDAL Z2082301 4010	420.045	360.545	2.800	0.0	0.0	0.0

## Vestuario árbitros

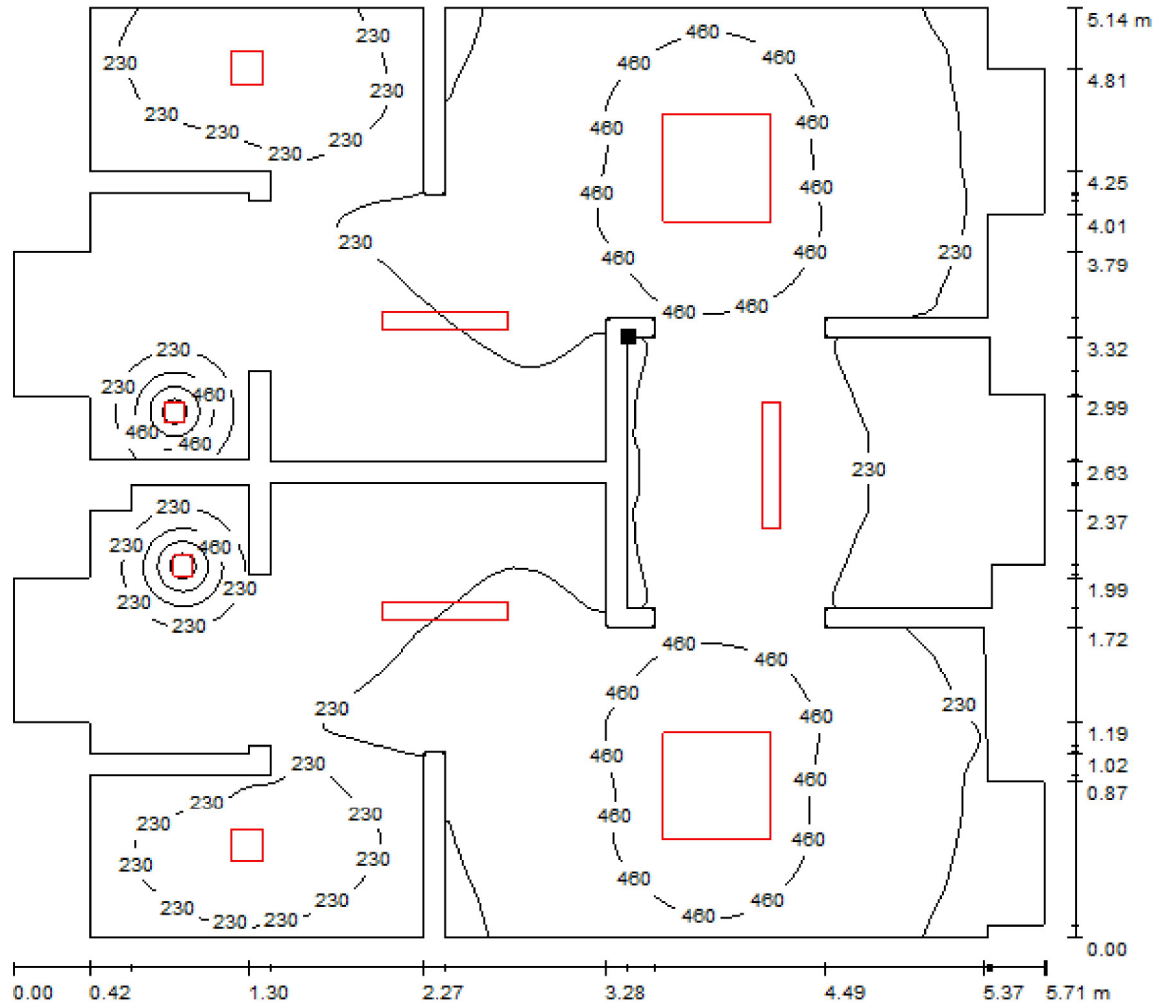


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

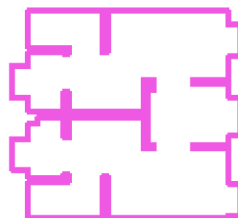
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 41

Situación de la superficie en el  
local:  
Punto marcado:  
(422.509 m, 361.813 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
270

$E_{min}$  [lx]  
24

$E_{max}$  [lx]  
1134

$E_{min} / E_m$   
0.088

$E_{min} / E_{max}$   
0.021



## Vestuario árbitros

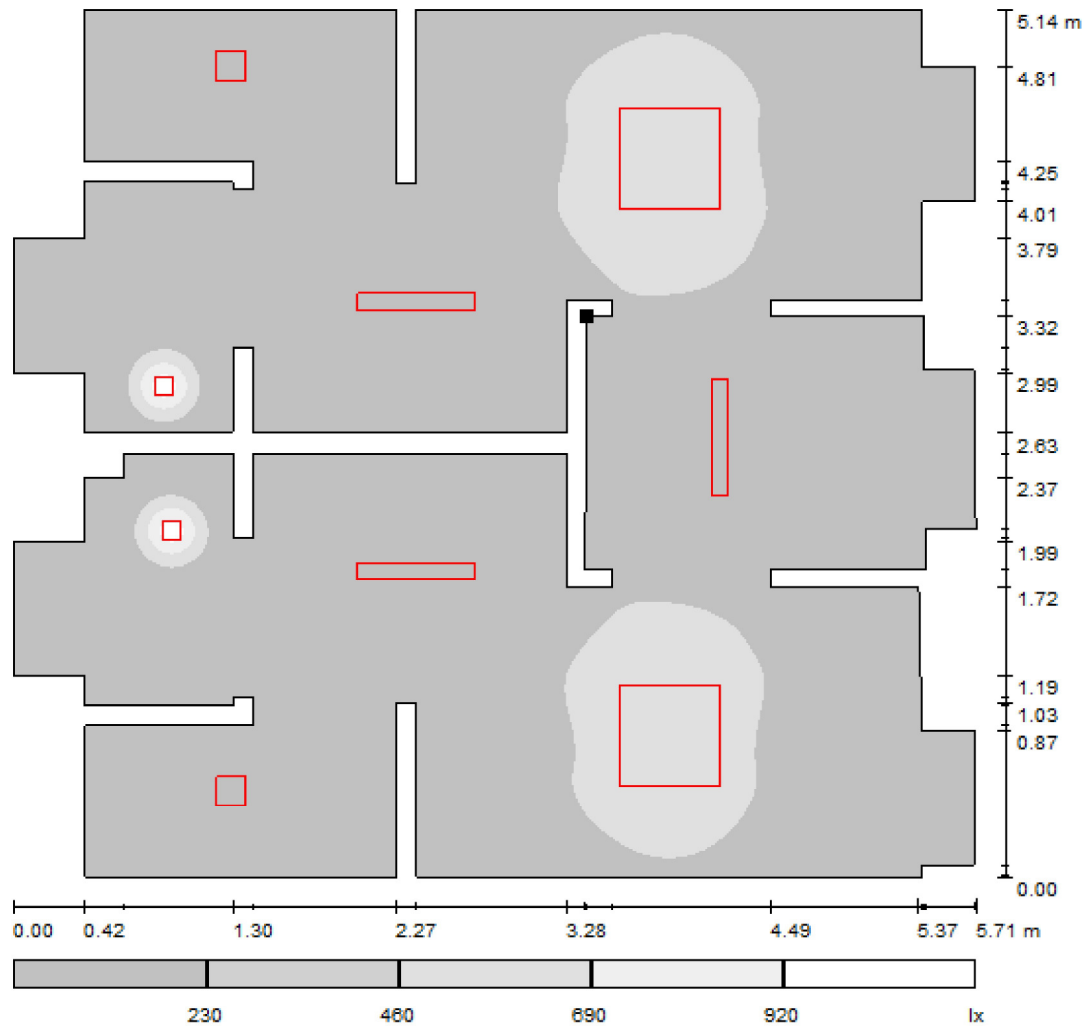


16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

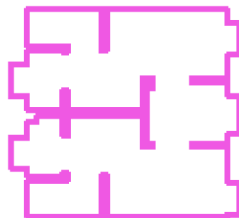
Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 44

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(422.509 m, 361.813 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
270

$E_{min}$  [lx]  
24

$E_{max}$  [lx]  
1134

$E_{min} / E_m$   
0.088

$E_{min} / E_{max}$   
0.021

## Vestuario árbitros



16.08.2013

UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Local 1 / Plano útil / Gráfico de valores (E)

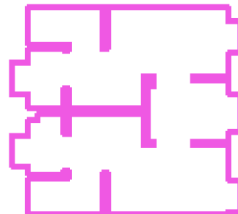


No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(422.509 m, 361.813 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
270

$E_{min}$  [lx]  
24

$E_{max}$  [lx]  
1134

$E_{min} / E_m$   
0.088

$E_{min} / E_{max}$   
0.021

## Gradas

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 12.10.2013  
Proyecto elaborado por: Iñigo Ostiz



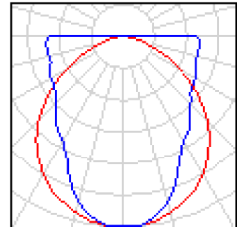
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Gradas / Lista de luminarias

10 Pieza INDAL L651FLMX\_58Fa1 651-FLMX  
N° de artículo: L651FLMX\_58Fa1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5200 lm  
Potencia de las luminarias: 58.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 69 86 100 65  
Armamento: 1 x FD-58 (Factor de corrección 1.000).





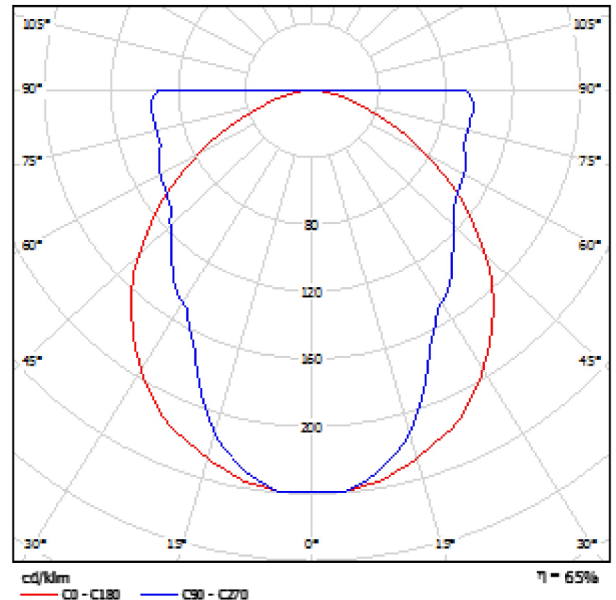
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

## INDAL L651FLMX\_58Fa1 651-FLMX / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 43 69 86 100 65

Luminarias estancas de adosar o suspender para iluminación de áreas industriales con ambientes agresivos así como donde se requiera una gran robustez y una elevada capacidad de disipación térmica usando 1 ó 2 lámparas de fluorescencia lineal (TL) hasta 58 W. Formadas por un cuerpo en aleación ligera estampada pintado en color gris RAL 7035 brillo con junta de estanqueidad de EPDM y pestillos de cierre en perfil extruido de aluminio anodizado. Reflector que incorpora el equipo eléctrico en aluminio anodizado. Difusor termoconformado en metacrilato incoloro con acabado tipo hielo en su cara interior. IP-55. IK 06. Clase I.

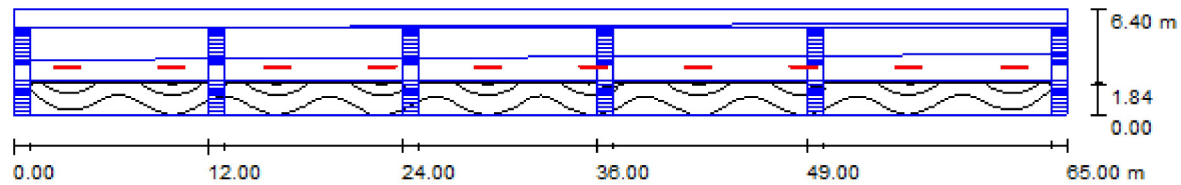
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Gradas / Resumen



Altura del local: 4.300 m, Altura de montaje: 4.300 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:465

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	48	21	85	0.447
Suelo	20	0.37	0.13	0.82	0.341
Techo	70	16	12	25	0.757
Paredes (4)	50	28	1.56	65	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	10	INDAL L651FLMX_58Fa1 651-FLMX (1.000)	5200	58.0
Total:			52000	580.0

Valor de eficiencia energética:  $1.39 \text{ W/m}^2 = 2.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $416.00 \text{ m}^2$ )



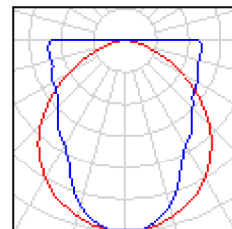
UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Gradas / Lista de luminarias

10 Pieza INDAL L651FLMX\_58Fa1 651-FLMX  
N° de artículo: L651FLMX\_58Fa1  
Flujo luminoso de las luminarias: 5200 lm  
Potencia de las luminarias: 58.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 43 69 86 100 65  
Armamento: 1 x FD-58 (Factor de corrección 1.000).



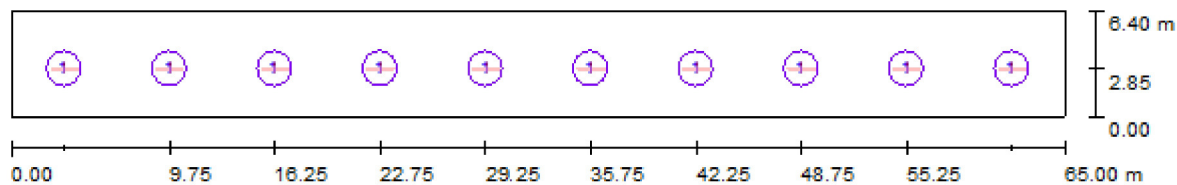


UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Gradas / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 465

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	10	INDAL L651FLMX_58Fa1 651-FLMX





UPNA  
Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Gradas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 52000 lm  
Potencia total: 580.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	34	13	48	/	/
Suelo	0.00	0.37	0.37	20	0.02
Techo	0.10	16	16	70	3.56
Pared 1	23	12	36	50	5.68
Pared 2	9.38	9.01	18	50	2.93
Pared 3	13	7.97	21	50	3.36
Pared 4	9.38	9.24	19	50	2.96

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.447 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.249 (1:4)

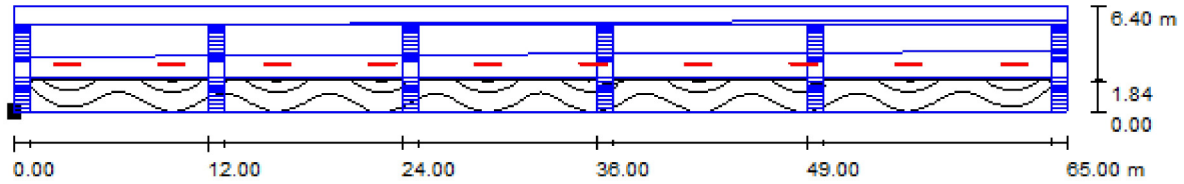
Valor de eficiencia energética:  $1.39 \text{ W/m}^2 = 2.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 416.00 m²)

UPNA

Arrosadia

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
Teléfono 662449878  
Fax  
e-Mail iostiz531@gmail.com

## Gradas / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 465

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:  
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
48

$E_{min}$  [lx]  
21

$E_{max}$  [lx]  
85

$E_{min} / E_m$   
0.447

$E_{min} / E_{max}$   
0.249

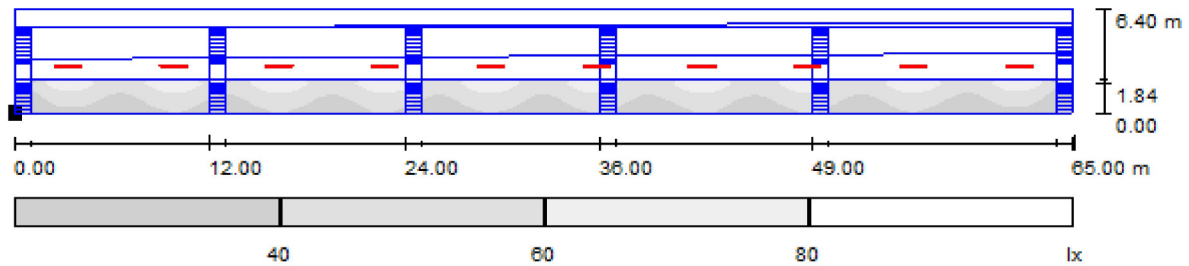


UPNA

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

Arrosadia

## Gradas / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 465

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
 48

$E_{min}$  [lx]  
 21

$E_{max}$  [lx]  
 85

$E_{min} / E_m$   
 0.447

$E_{min} / E_{max}$   
 0.249

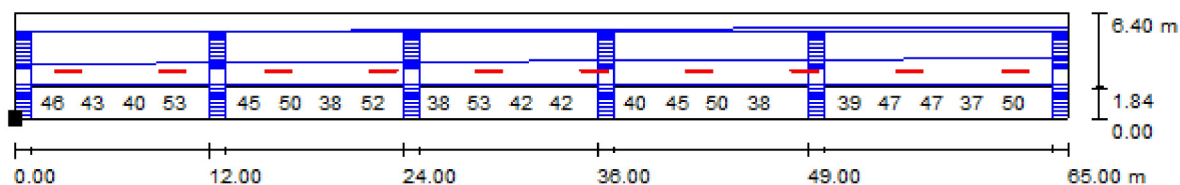


UPNA

Proyecto elaborado por Iñigo Ostiz  
 Teléfono 662449878  
 Fax  
 e-Mail iostiz531@gmail.com

Arrosadia

## Gradas / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 465

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

 $E_m$  [lx]  
48

 $E_{min}$  [lx]  
21

 $E_{max}$  [lx]  
85

 $E_{min} / E_m$   
0.447

 $E_{min} / E_{max}$   
0.249

# **Proyecto de Iluminación de emergencia**

**Proyecto :** CAMPO DE FUTBOL SANTESTEBAN

**Descripción :**

**Proyectista :** Iñigo Ostiz

**Empresa Proyectista :** UPNA

**Dirección :** Arrosadia

**Localidad :** Pamplona

**Mail:** iostiz531@gmail.com

## Información adicional

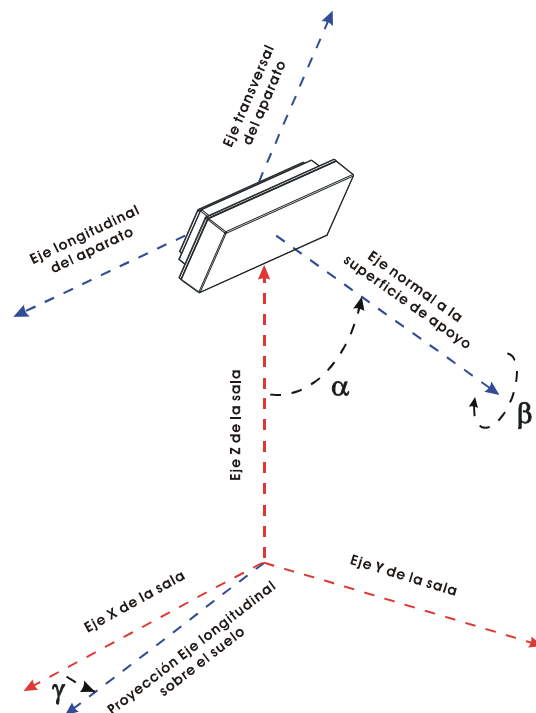
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

### Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

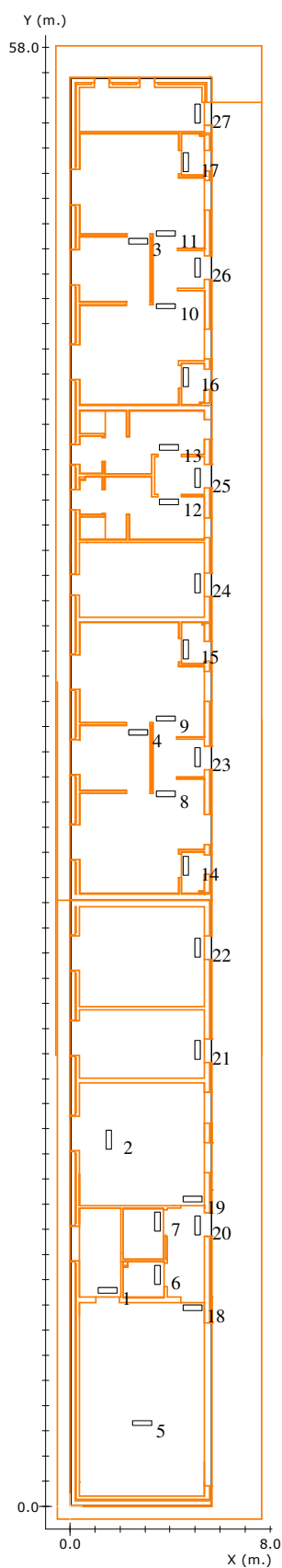
No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

## Definición de ejes y ángulos



- $\gamma$ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- $\alpha$ :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- $\beta$ :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

## Plano de situación de Productos





Nota<sup>1</sup>

## Situación de las Luminarias

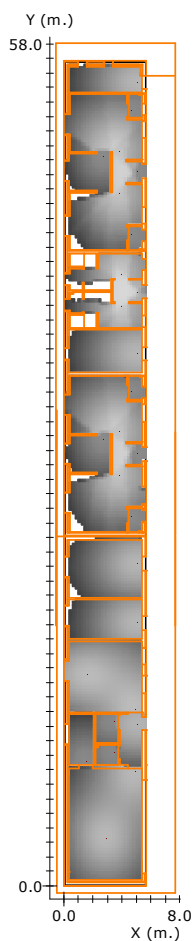
Nº	Referencia <sup>2</sup>	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y (m.)	h	γ	α (°)	β	
1	HYDRA N2 + KETB HYDRA	Daisalux	1.50	8.58	2.80	0	0	0	--
2	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	1.57	14.57	2.80	-90	0	0	--
3	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	2.74	50.27	2.80	0	0	0	--
4	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	2.74	30.76	2.80	0	0	0	--
5	HYDRA N5 + KETB HYDRA	Daisalux	2.89	3.31	2.80	0	0	0	--
6	HYDRA N2 + KETB HYDRA	Daisalux	3.49	9.20	2.80	-90	0	0	--
7	HYDRA N2 + KETB HYDRA	Daisalux	3.49	11.32	2.80	-90	0	0	--
8	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	3.82	28.32	2.80	0	0	0	--
9	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	3.82	31.31	2.80	0	0	0	--
10	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	3.82	47.70	2.80	0	0	0	--
11	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	3.82	50.60	2.80	0	0	0	--
12	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	3.95	39.92	2.80	0	0	0	--
13	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	3.95	42.09	2.80	0	0	0	--
14	HYDRA N2 + KES	Daisalux	4.64	25.46	2.80	-90	0	0	--

<sup>1</sup> DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

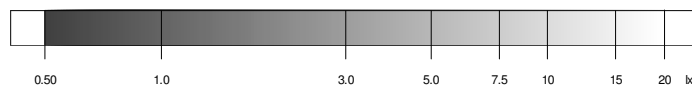
<sup>2</sup> Catálogo España y Portugal - 2013 Mayo (6.00.00)

Nº	Referencia <sup>2</sup>	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y (m.)	h	$\gamma$	$\alpha$ (°)	$\beta$	
	HYDRA								
15	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	4.64	34.06	2.80	-90	0	0	--
16	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	4.64	44.89	2.80	-90	0	0	--
17	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	4.64	53.43	2.80	-90	0	0	--
18	HYDRA N5 + KETB HYDRA	Daisalux	4.90	7.89	2.80	0	0	0	--
19	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	4.90	12.20	2.80	0	0	0	--
20	HYDRA N5 + KETB HYDRA	Daisalux	5.10	11.16	2.80	-90	0	0	--
21	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	5.10	18.13	2.80	-90	0	0	--
22	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	5.10	22.21	2.80	-90	0	0	--
23	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	5.10	29.78	2.80	-90	0	0	--
24	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	5.10	36.69	2.80	-90	0	0	--
25	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	5.10	40.89	2.80	-90	0	0	--
26	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	5.10	49.23	2.80	-90	0	0	--
27	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	5.10	55.36	2.80	-90	0	0	--

## Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.20 m.

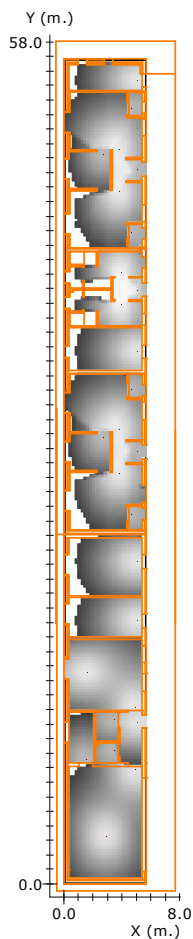
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	18.8 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	94.6 % de 254.1 m <sup>2</sup>
Lúmenes / m <sup>2</sup> :	----	14.53 lm/m <sup>2</sup>
Iluminación media:	----	2.57 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

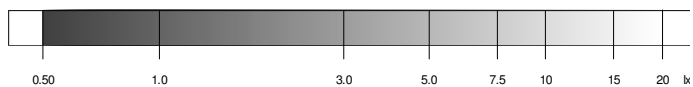
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2013 Mayo (6.00.00)

## Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.20 m.

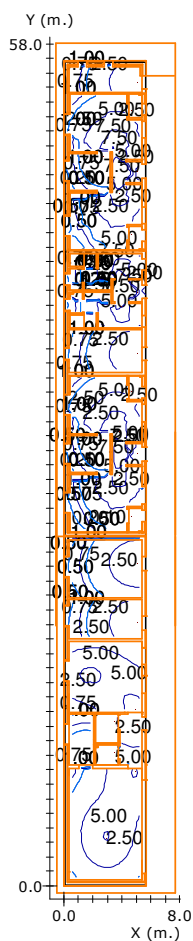
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	34.9 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	89.5 % de 254.1 m <sup>2</sup>
Lúmenes / m <sup>2</sup> :	----	14.53 lm/m <sup>2</sup>
Iluminación media:	----	3.82 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2013 Mayo (6.00.00)

## Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

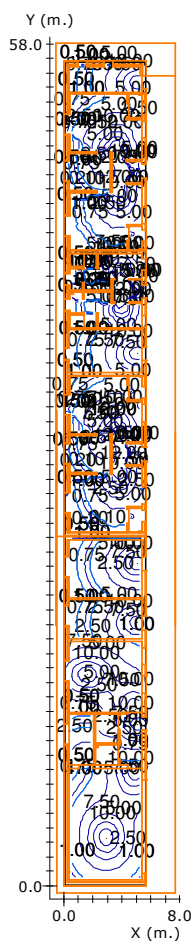
Resolución del Cálculo: 0.20 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2013 Mayo (6.00.00)

## Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.20 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2013 Mayo (6.00.00)

## RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

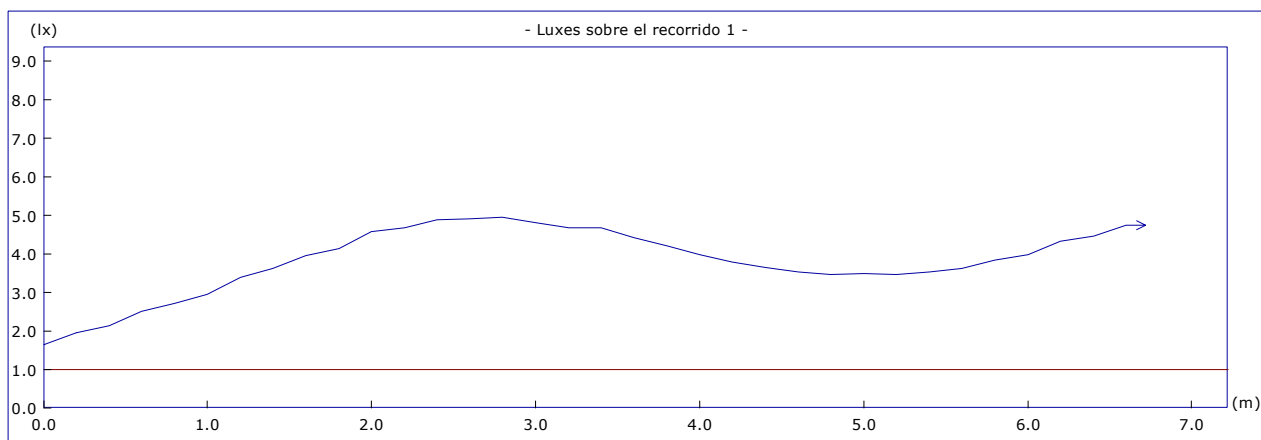
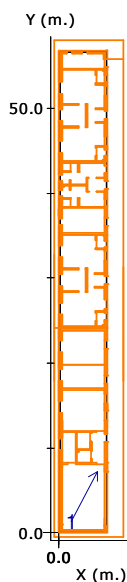
<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más	89.5 % de 254.1 m <sup>2</sup>
Uniformidad: 40.0 mx/mn.	34.9 mx/mn
Lúmenes / m <sup>2</sup> : ----	14.5 lm/m <sup>2</sup>

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2013 Mayo (6.00.00)

## Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 0.20 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	3.0 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.63 lx.
lx. máximos:	----	4.95 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2013 Mayo (6.00.00)



## Lista de productos usados en el plano

Nota<sup>3</sup>

Cantidad	Referencia <sup>4</sup>	Fabricante	Precio (€)
3	HYDRA N2 + KETB HYDRA	Daisalux	159.57
3	HYDRA N5 + KETB HYDRA	Daisalux	214.77
12	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	1118.04
9	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	672.93
Precio Total (PVP)			2165.31

<sup>3</sup> DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

<sup>4</sup> Catálogo España y Portugal - 2013 Mayo (6.00.00)

SF-1505  
02/2013

CAMPO DE FÚTBOL - CÉSPED ARTIFICIAL  
E950-E / 8005

105 x 65 m  
[ 100 + (2 x 2.5) ] x [ 60 + (2 x 2.5 m) ]

Aspersores con válvula incorporada + 2 redes de 8005  
Fuente de agua: 11 m<sup>3</sup>/h @ 7 bar

#### LISTADO DE MATERIAL

	<u>Designación</u>	<u>Cantidad *</u>
8005-SS	Aspersor sectorial y de círculo completo 8005 con varilla emergente de a	4 u
Falcon PC-SS	-	u
Falcon FC-SS	-	u
950E	Aspersor de válvula incorporada Eagle 950E boquilla n.º 28	10 u
B99500	Cubierta césped artificial para Eagle 950	10 u
B81600-20	boquilla para 8005 n.º 20, roja	4 u
B81600-12	-	u
SJ-12-100-22	Codo articulado 1" (26x34) - longitud 30 cm - BSP/BSP	4 u
SJ-12-150-23	Codo articulado 1"1/2 - longitud 30 cm - BSP/ACME	10 u
150-PGA	Válvula eléctrica 1"1/2 (40x49) línea/ángulo + válvula de corte	2 u
200-PGA	-	u
300-BPE	-	u
VB-JMB-H	Mirilla de válvula rectangular: L. 70,1; P. 53,3; A. 30,7 cm	2 u
VB-JMB-6EXT	Extensión para mirilla rectangular Jumbo, A. 17,1 cm	2 u
DBRY-6	Conexiones eléctricas impermeables 30V	24 u
IESP4MEEU	-	u
ESP-SM3	-	u
ESP-LXME	Programador ESP-LXME Modular, 8 estaciones	1 u
ESP-LX-M-SM8	módulo de extensión 8 estaciones	1 u
RSD-BEx	Sonda de lluvia RSD-BEx	1 u
Ø40	-	m
Ø50	Canalizaciones y conectores Ø 50 PEHD (10 bares)	50 m
Ø63	Canalizaciones y conectores Ø 63 PEHD (10 bares)	80 m
Ø75	Canalizaciones y conectores Ø 75 PEHD (10 bares)	350 m
Ø90	Canalizaciones y conectores Ø 90 PEHD (10 bares)	50 m
Ø110	-	m
DI 115	Cable eléctrico de doble aislamiento 1x1,5 mm <sup>2</sup>	1850 m
RB10-10	Estación de bombeo VFD/Soft Start 11 m <sup>3</sup> /h de 7 bares	1 u

N.º de válvula	A1-A3;A5;A7-A12	A4 ; A6
Pluviometría en mm/h		
Duración del riego por válvula para un aporte de 5 mm, en minutos	28,9 10	13,6 22

\* --- Para una alimentación de agua y un programador situados a 50 m ---

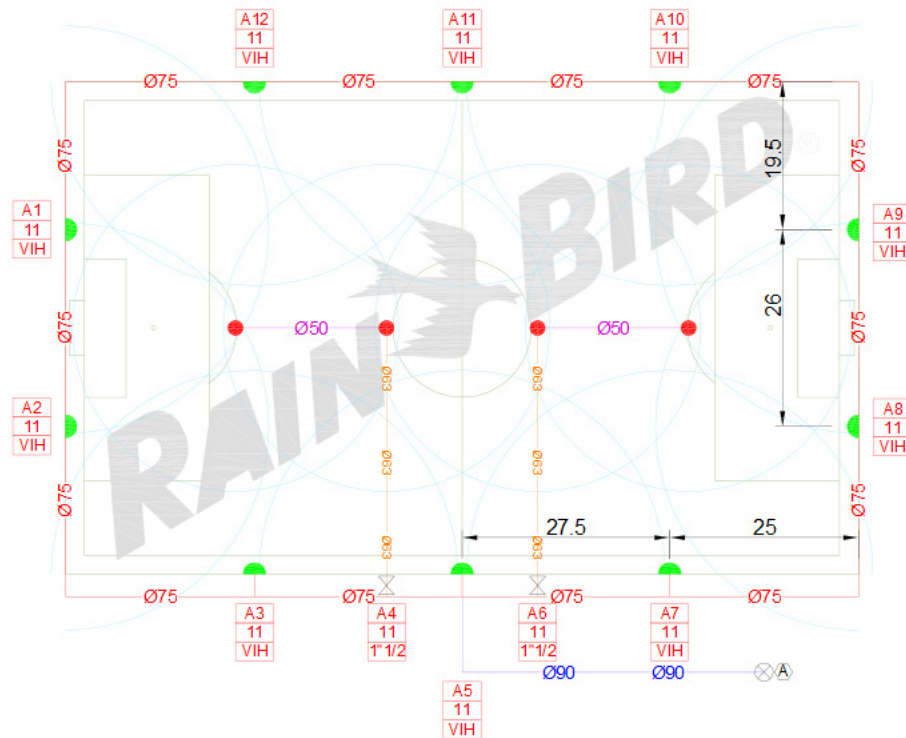
**SF-1505**

**CAMPO DE FÚTBOL - CÉSPED ARTIFICIAL**

**105 x 65 m**

**E950-E / 8005**

$[100 + (2 \times 2.5)] \times [60 + (2 \times 2.5 \text{ m})]$



## Leyenda y datos técnicos

- Programador y punto de agua con válvula de corte  
 Electroválvulas

Aspersor:	8005-SS	950E
Boquilla	#20	#28
Presión en bares:	5,5	6,0
Alcance en m:	21,6	26,9
Caudal en m³/h:	5,42	10,93

Estación/Caudal/Dimensión de la válvula

A3
20.5
2"

## Nota general

Canalizaciones en polietileno de alta densidad PN 10 - Es posible añadir válvulas para el riego de zonas anexas siempre que se respeten las capacidades hidráulicas del sistema - Posición de los aspersores a escala - Posición esquemática de las canalizaciones

Rain Bird presenta este dibujo como plano tipo del campo de deporte. Rain Bird no se responsabiliza de los proyectos instalados a partir de este plano. Cada proyecto presenta características específicas, por lo que Rain Bird recomienda recurrir a un diseñador especializado en irrigación.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CAMPO DE FÚTBOL DE  
SANTESTEBAN

PLANOS

Alumno: Iñigo Ostiz Escalada

Tutor: Francisco Javier Bea Montes

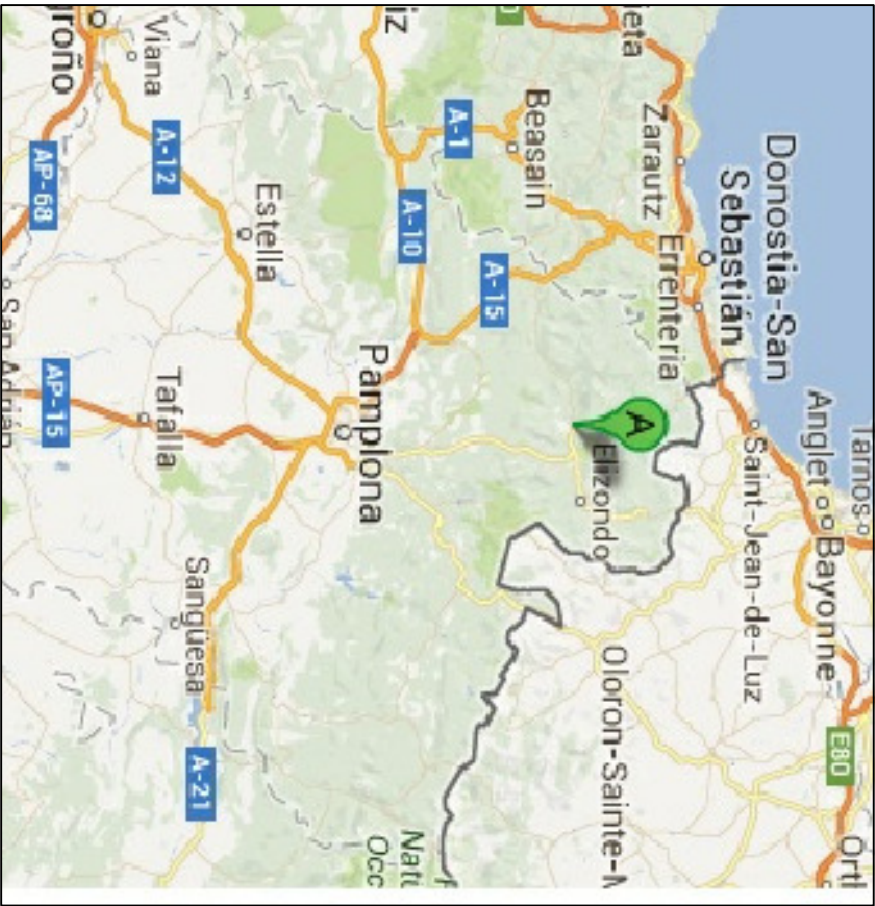
Tudela, noviembre de 2013




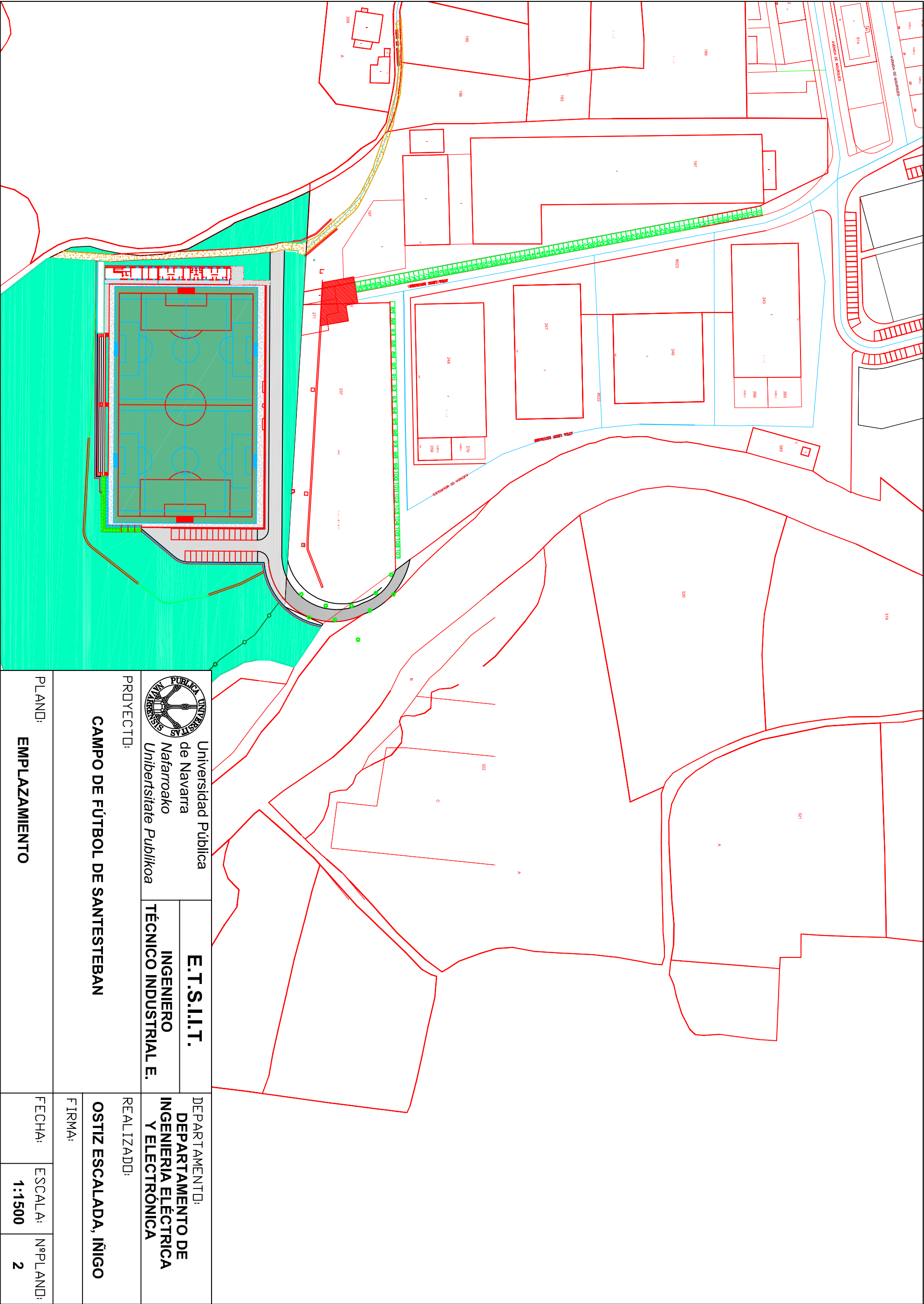
## ÍNDICE


3.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	pág 3
3.2. EMPLAZAMIENTO	pág 4
3.3. CAMPO DE FÚTBOL	pág 5
3.4. ENTRADA AL RECINTO	pág 6
3.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	pág 7
3.6. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	pág 8
3.7. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	pág 9
3.8. INSTALACIÓN ALUMBRADO ÁREA DE JUEGO Y ACOMETIDA	pág 10
3.9. INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA	pág 11
3.10. ALUMBRADO DE LAS GRADAS	pág 12
3.11. INSTALACIÓN INTERIOR	pág 13
3.12. TORRES DEL ALUMBRADO	pág 14
3.13. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL	pág 15
3.14. ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO ÁREA DE JUEGO	pág 16
3.15. ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO	pág 17
3.16. ESQUEMA UNIFILAR TOMAS DE CORRIENTE	pág 18
3.17. ESQUEMA UNIFILAR COCINA	pág 19



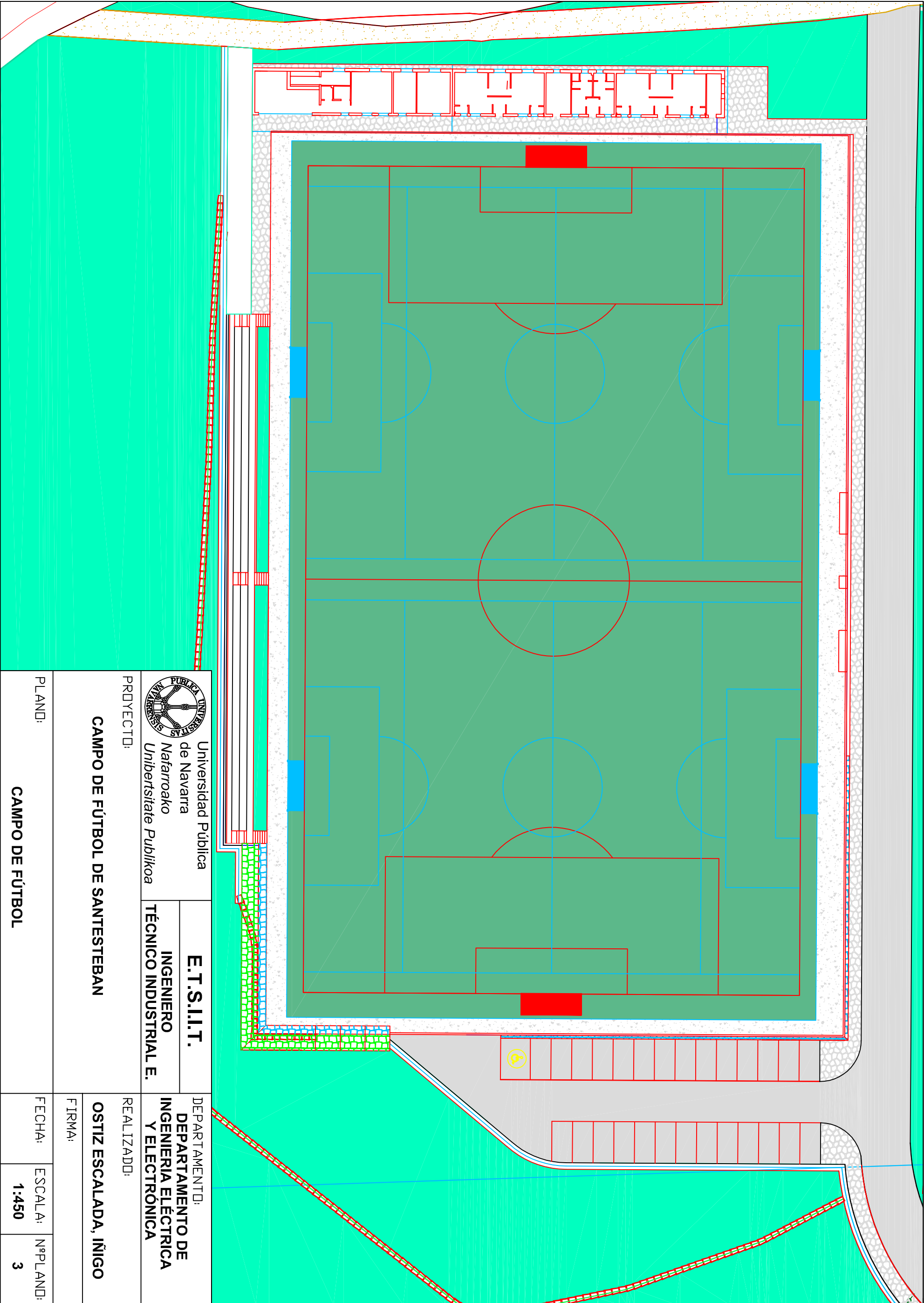


<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:				REALIZADO:
CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN				OSTIZ ESCALADA, IÑIGO
FIRMA:				
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
SITUACIÓN GEOGRÁFICA		S/N	1	



<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.</div></div></div>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	
PROYECTO:  CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN	REALIZADO:  OSTIZ ESCALADA, IÑIGO	
PLANO:  EMPLAZAMIENTO	FECHA:	ESCALA:
		1:1500
	FIRMA:	Nº PLANO:
		2





Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO  
TÉCNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA ELÉCTRICA  
Y ELECTRÓNICA

PROYECTO:

CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN

REALIZADO:

OSTIZ ESCALADA, IÑIGO

FIRMA:

PLANO:

CAMPO DE FÚTBOL

FECHA:

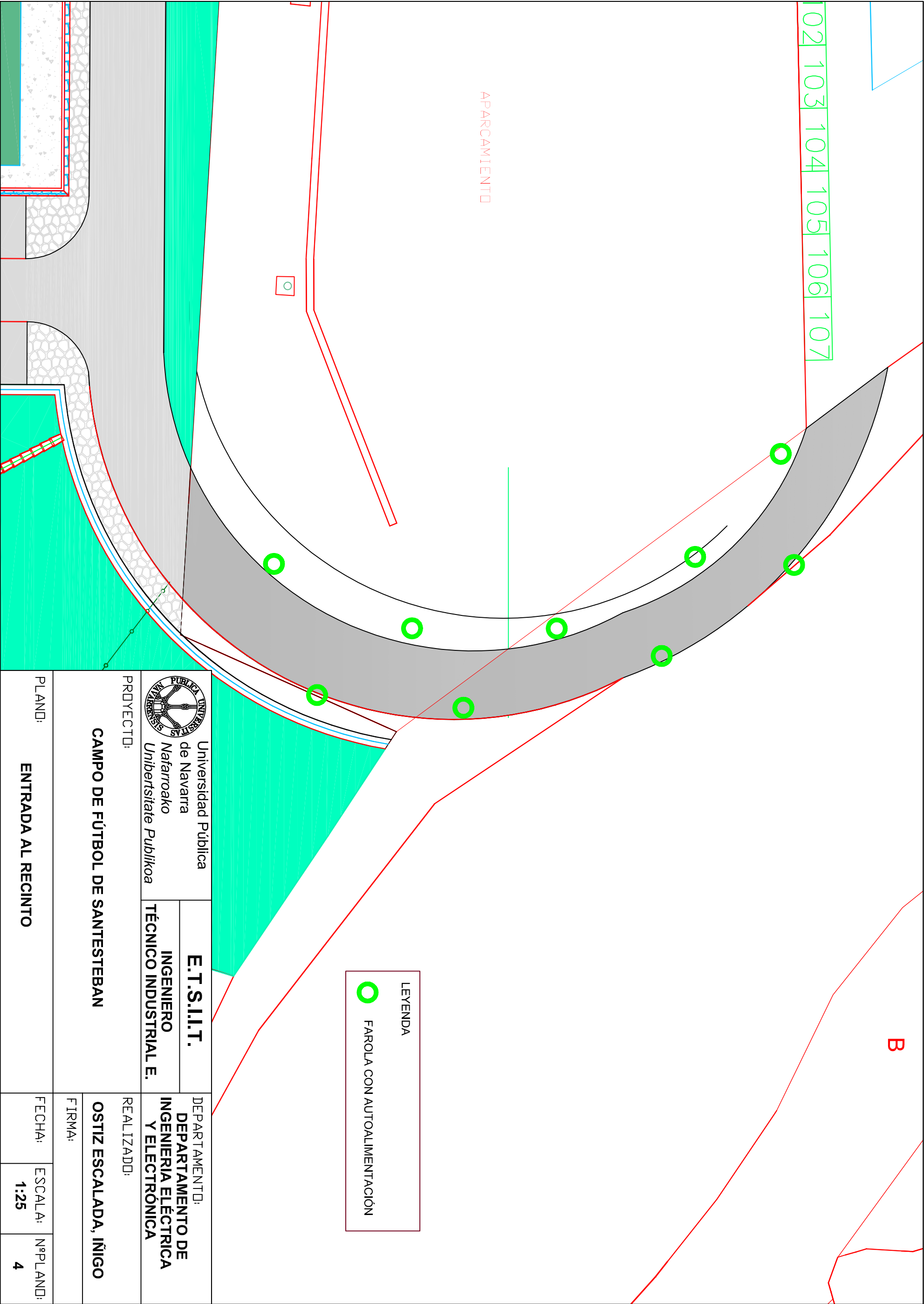
ESCALA:


Nº PLANO:

1-450

3



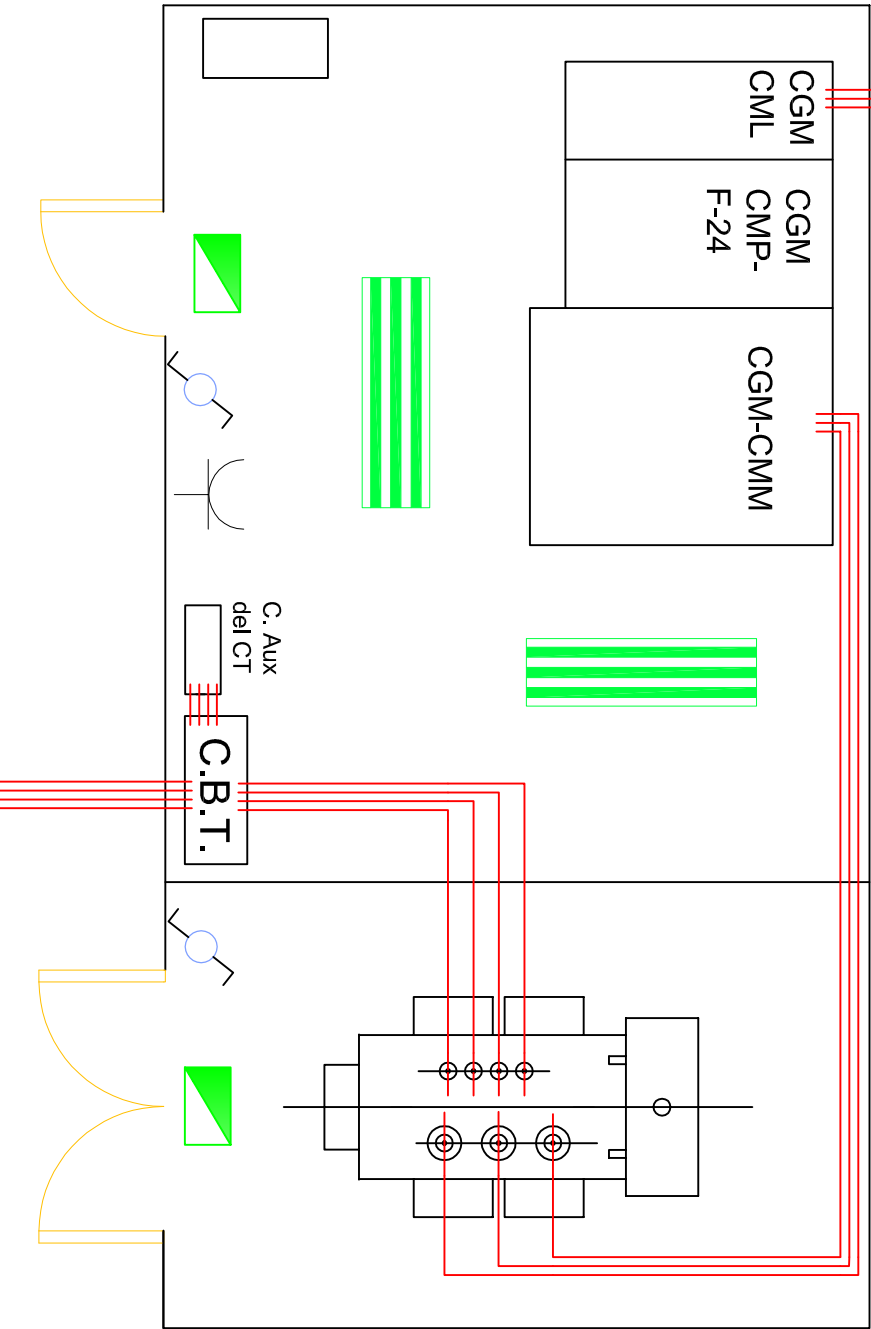


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA</b>
	<b>INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.</b>	
PROYECTO: <b>CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN</b>	REALIZADO: <b>OSTIZ ESCALADA, IÑIGO</b>	
PLANO: <b>ENTRADA AL RECINTO</b>	FIRMA:	
	FECHA:	ESCALA:
		<b>1:25</b>
		Nº PLANO: <b>4</b>

Línea de Media tensión 13,2KV;  
IBERDROLA  
Subterránea

Dimensiones exteriores Planta: 4460 x 2380

Cuadro de  
contadores




CGM-CML: Celda de línea	
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	
CGM-CMM: Celda de medida	
Toma monofásica	
INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W	
Interrupitor conmutado	
HYDRA N5 + KES HYDRA	
GPS y medida	

GPS y medida

RZ1-K 0,6/1kV 3x70/35 Al  
Enterrado a 0,7 m

L = 30 m

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRONICA
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	

PROYECTO:

CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN

REALIZADO:

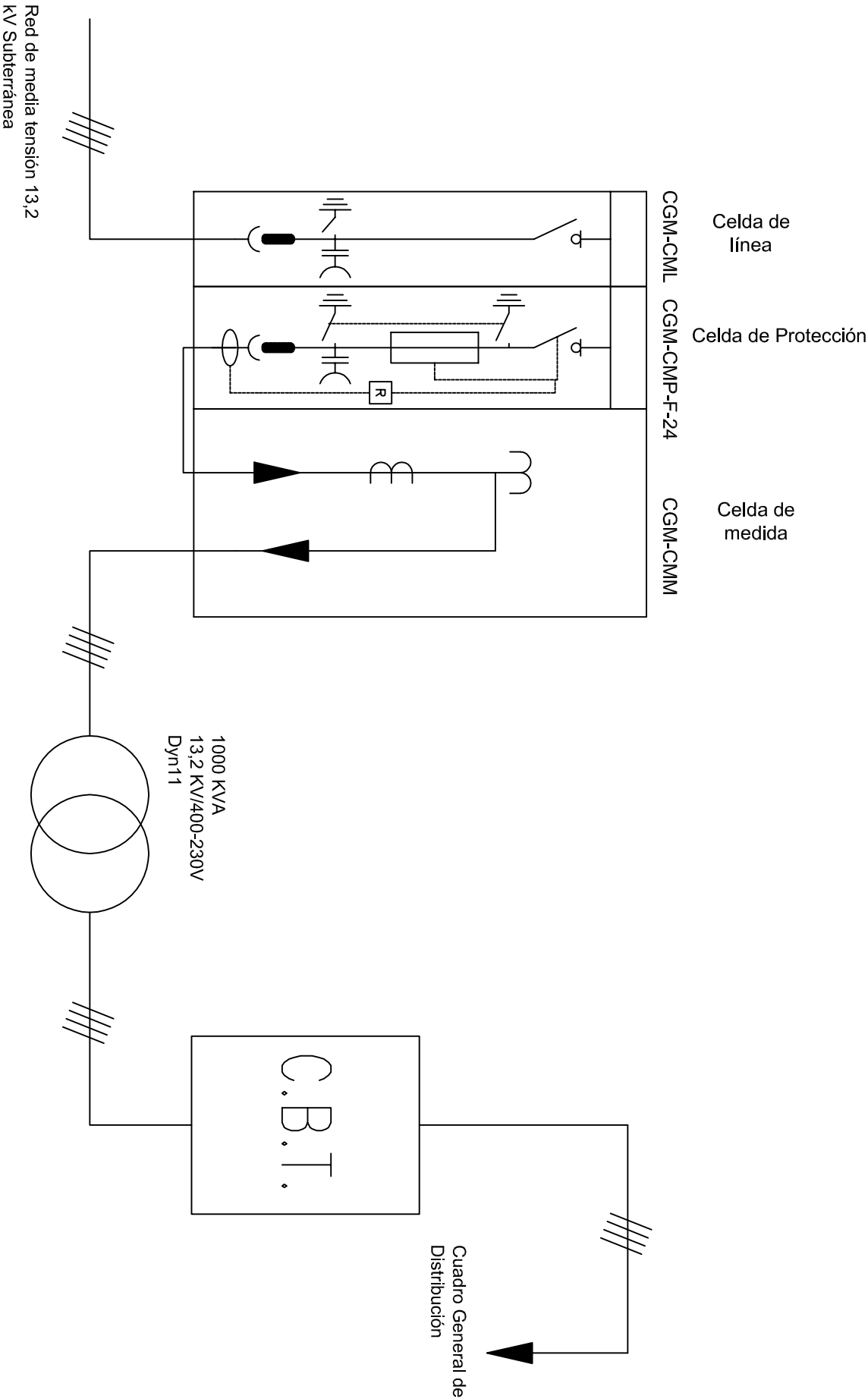
OSTIZ ESCALADA, IÑIGO

FIRMA:

PLANO:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
	S/E	5



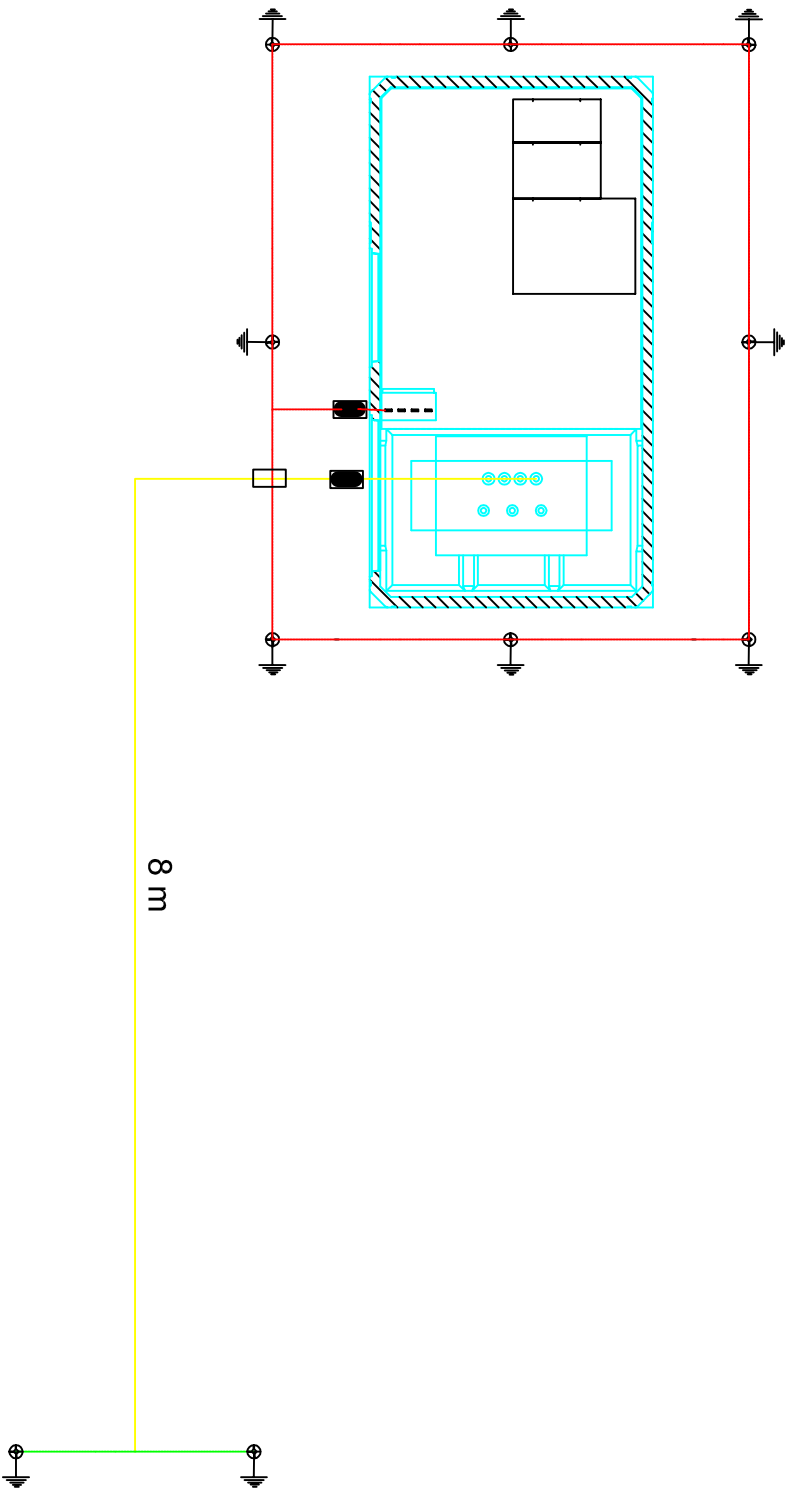
	Seccionador de puesta a tierra
	Interruptor seccionador
	Indicador de presencia de tensión
	Interruptor automático de corte con fusible
	Transformador de tensión
	Transformador de intensidad
	Transformador Dyn11

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CELDAS

CGM-CML: Celda de línea	Un=24KV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo. Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	Un=24KV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo. Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA Fusibles: 3x63A
CGM-CMM: Celda de medida	Un=24KV, In=400A 3 Transformadores de intensidad de relación 40-45/5A Clase 05 Aislamiento 24KV. 3 Transformadores de tensión de relación 13200-22000/110 Clase 05 Aislamiento 24KV.


	Universidad Pública de Navarra	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRONICA
	Nafarroako Unibertsitate Publikoa		
PROYECTO: CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN			
REALIZADO: OSTIZ ESCALADA, IÑIGO		FIRMA:	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
FECHA:	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 6	

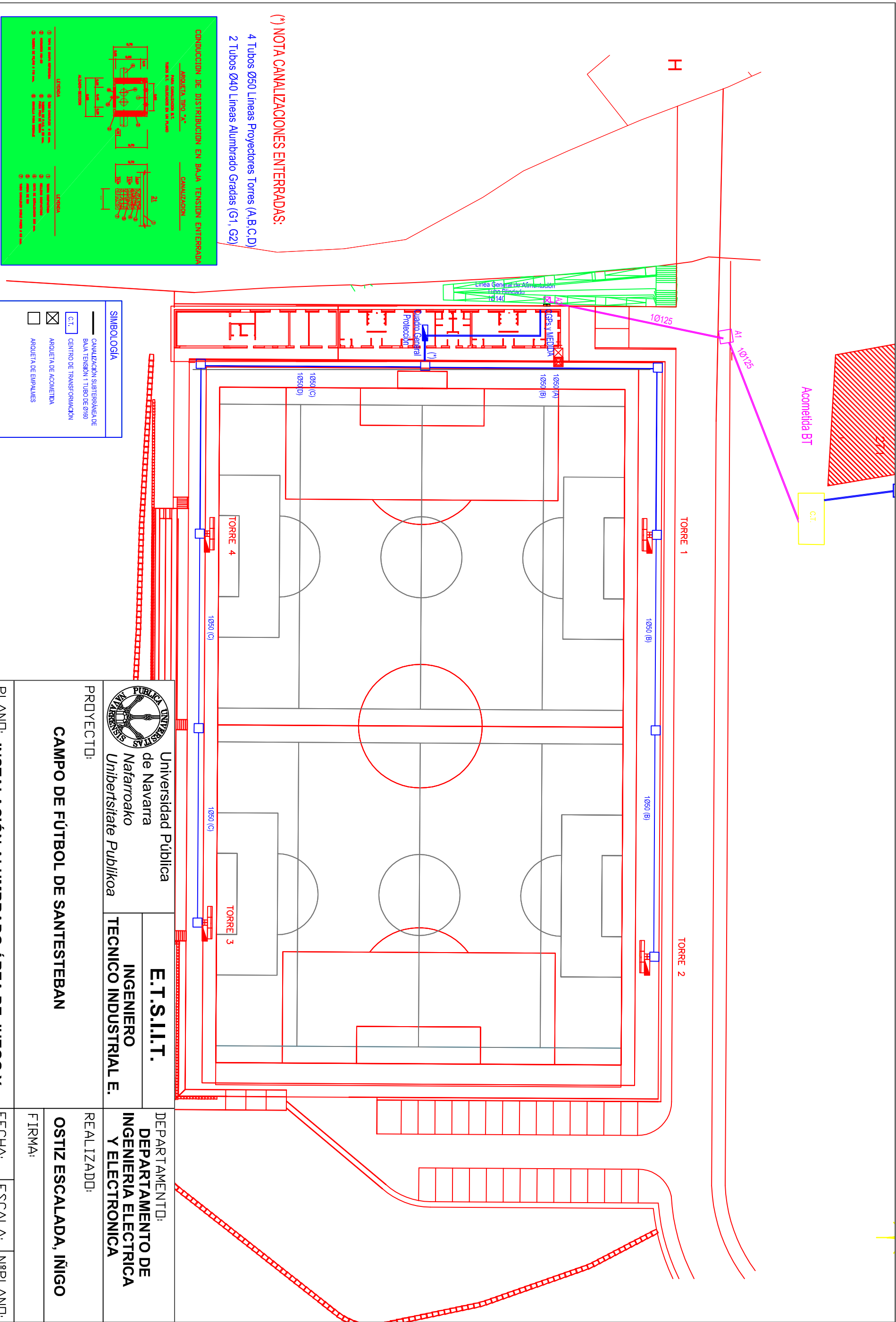
TIERRA DE PROTECCIÓN  
50-50/8/82




LEYENDA

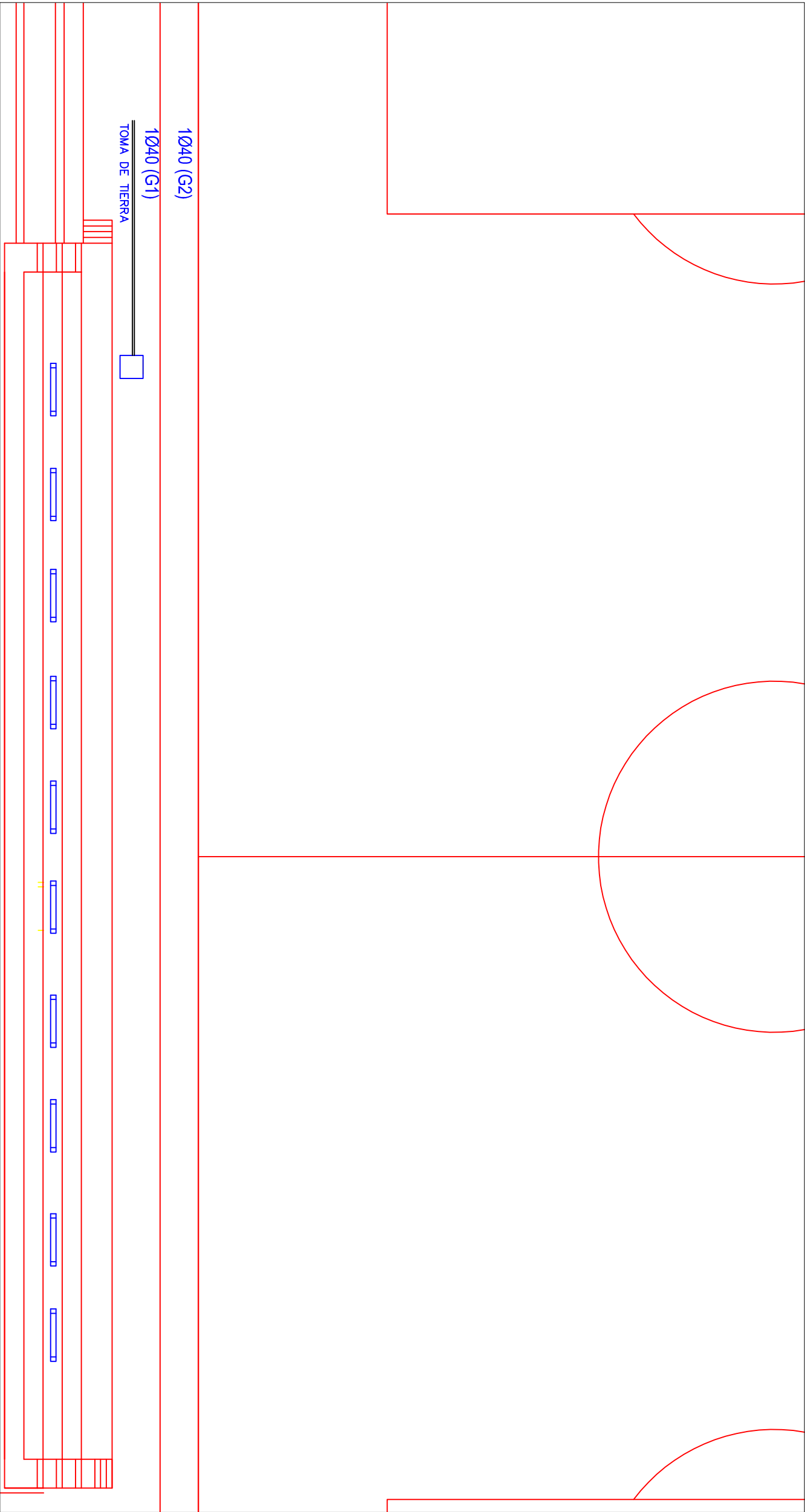
	Conductor de cobre aislado 0,6/1 KV de 50 mm <sup>2</sup>
	Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra
	Arqueta de registro
	Conductor de cobre desnudo de 50mm <sup>2</sup>
	Pica de cobre de 14mm de diámetro 2 m longitud

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRONICA</b>
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO:  <b>CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN</b>		REALIZADO:  <b>OSTIZ ESCALADA, IÑIGO</b>
PLANO:  <b>PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:
		FECHA:
		ESCALA:
		Nº PLANO:




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
PROYECTO:  <b>CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN</b>		REALIZADO:  <b>OSTIZ ESCALADA, IÑIGO</b>		FIRMA:	
PLANO:  <b>INSTALACIÓN ALUMBRADO ÁREA DE JUEGO Y ACOMETIDA</b>		FECHA:		ESCALA:	Nº PLANO:
				<b>1/550</b>	<b>8</b>

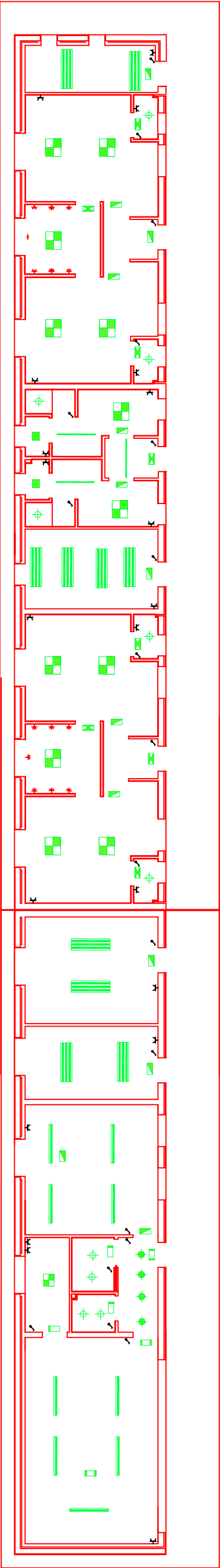





LEYENDA

INDAL L651FLMX\_58F d1 651-FLMX 58 W

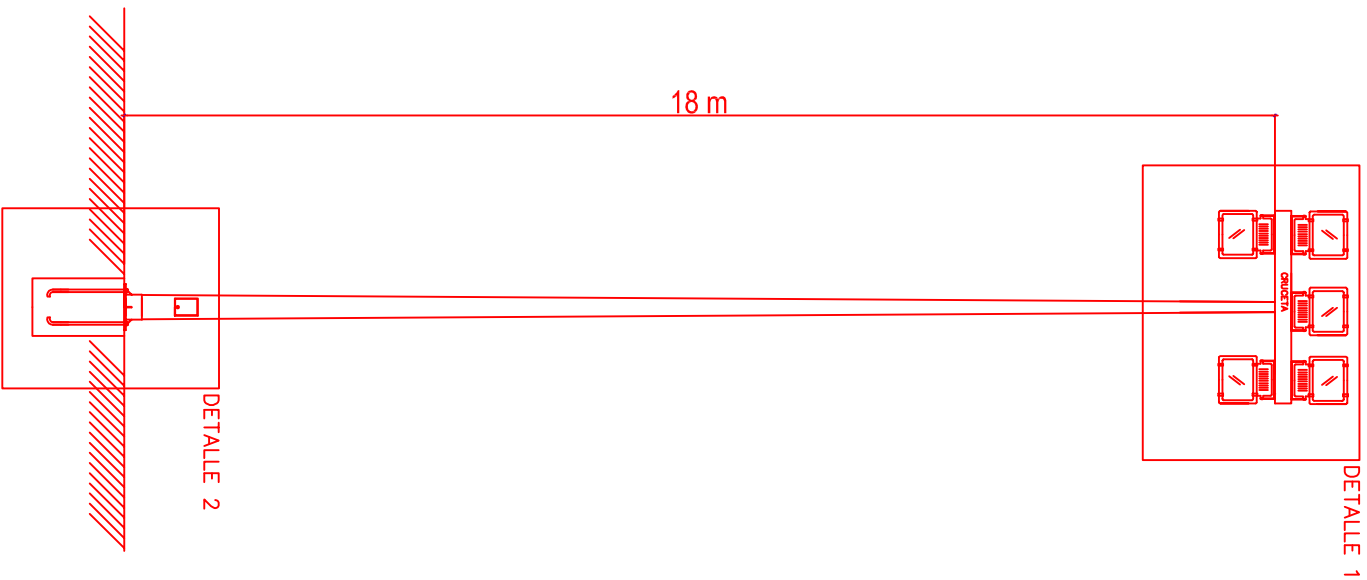
<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div></div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
PROYECTO:  CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN		REALIZADO:  OSTIZ ESCALADA, IÑIGO		
FIRMA:				
PLANO:  GRADAS		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
			1/40	10



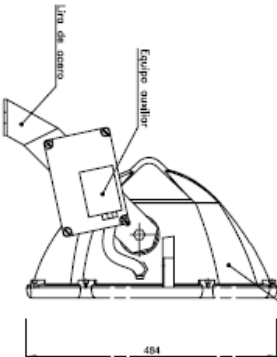
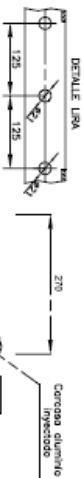
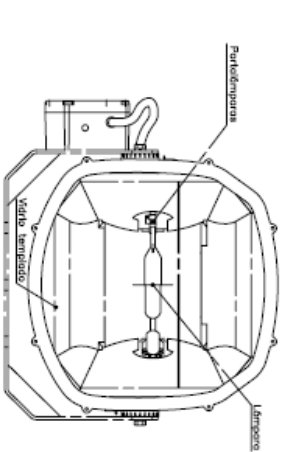
LEYENDA DE INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD	
	Interruptor unipolar
	Base de enchufe de uso general
	Commutador
	INDAL Z2062102B 3000+V-300 150 W
	INDAL Z2070111 2200 25 W
	INDAL Z2082301 4010 20 W
	INDAL L_3521ETd36Fd2M1 352-IET-D 36 W
	INDAL Z2 111101 22018 18 W
	INDAL 5092607s 281-IFZ-D-EL 28 W
	INDAL L110IXP_36Fd2M1 110-IXP 36 W
	HYDRA N2 + KES HYDRA
	HYDRA N5 + KES HYDRA
	HYDRA N5 + KETB HYDRA
	HYDRA N2 + KETB HYDRA

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: <b>CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN</b>		REALIZADO: <b>OSTIZ ESCALADA, IÑIGO</b>
PLANO: <b>INSTALACIÓN INTERIOR</b>		FIRMA:
		FECHA: <b>1/200</b>
		ESCALA: <b>11</b>
		Nº PLANO:



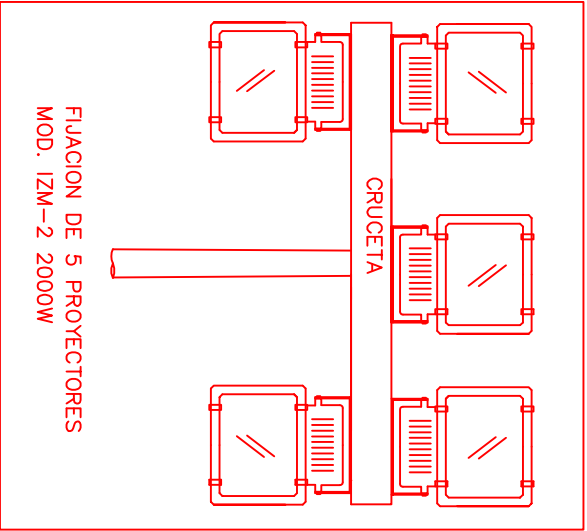


COLUMNA CON PROYECTORES

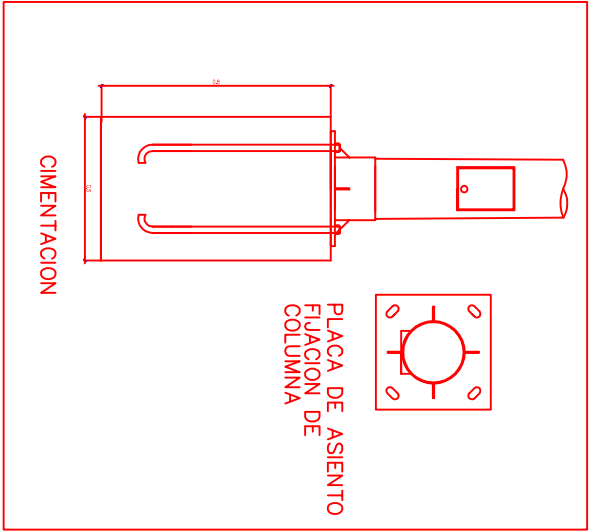


Lámpara W.	Hid
1000	X528/cable
2000	K12s7
2000	X528/cable


ENCENDIDOS A,B,C,D DESDE EL CUADRO GENERAL



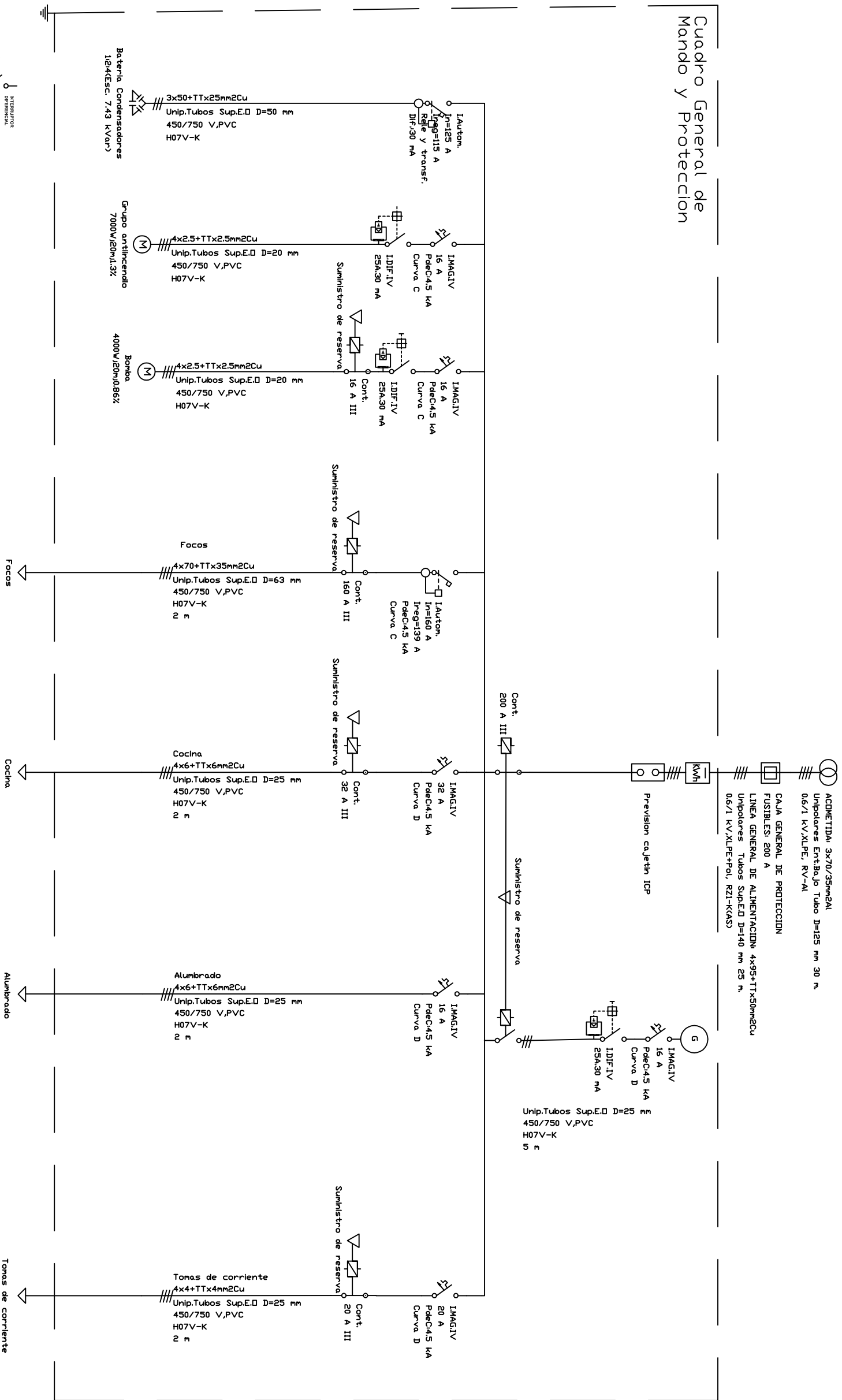
DETALLE 1




DETALLE 2

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO:  <b>CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN</b>		REALIZADO:  <b>OSTIZ ESCALADA, IÑIGO</b>
PLANO:  <b>TORRES DE ALUMBRADO</b>		FIRMA:  FECHA:  ESCALA: <b>S/E</b>  Nº PLANO: <b>12</b>

Cuadro General de  
Mando y Proteccion



 Unibertsitate Publikoa de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
	PROYECTO: CAMPO DE FÚTBOL DE SANTESTEBAN		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO PRINCIPAL	REALIZADO: OSTIZ ESCALADA, IÑIGO		FIRMA:
	FECHA:	ESCALA: S/N	











# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CAMPO DE FÚTBOL DE  
SANTESTEBAN

PRESUPUESTO

Alumno: Iñigo Ostiz Escalada

Tutor: Francisco Javier Bea Montes

Tudela, noviembre de 2013



5.1 CAPÍTULO I: ACOMETIDA	pág. 3
5.1.1. Acometida	pág. 3
5.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES	pág. 3
5.2.1. Protecciones eléctricas	pág. 3
5.3. CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	pág. 5
5.3.1. Conductores	pág. 5
5.3.2. Tubos	pág. 6
5.3.3. Canalizaciones	pág. 7
5.3.4. Tabla resumen	pág. 7
5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA	pág. 8
5.4.1. Puesta a tierra	pág. 8
5.5 CAPÍTULO V: GRUPO ELECTRÓGENO	pág. 8
5.5.1. Grupo electrógeno	pág. 8
5.6. CAPÍTULO VI: EQUIPOS DE ALUMBRADO	pág. 9
5.6.1. Alumbrado interior	pág. 9
5.6.2. Alumbrado del terreno de juego	pág. 9
5.6.3. Alumbrado de emergencia	pág. 10
5.6.4. Tabla resumen	pág. 10
5.7. CAPÍTULO VII: ELEMENTOS VARIOS	pág. 11
5.7.1. Tomas de corriente, bases e interruptores	pág. 11
5.8. CAPÍTULO VIII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	pág. 11
5.8.1. Batería de condensadores	pág. 11
5.9. CAPÍTULO IX: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	pág. 11
5.9.1. Obra civil	pág. 11
5.9.2. Caseta del centro	pág. 12
5.9.3. Transformador de potencia	pág. 12
5.9.4. Aparamenta de media tensión	pág. 13
5.9.5. Equipo de baja tensión	pág. 14
5.9.6. Puesta a tierra del centro	pág. 15
5.9.7. Tabla resumen	pág. 15
5.10. CAPÍTULO X: SISTEMA DE REGADÍO	pág. 17
5.10.1. Sistema de regadío	pág. 17
5.11. CAPÍTULO XI: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	pág. 18
5.11.1. Seguridad y salud	pág. 18
5.12. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN:	pág. 19



## **5.1 CAPÍTULO I: ACOMETIDA**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.1.1	Marca: PRYSMIAN Cable RV-Al 0.6/1 KV Flexible (3x70 mm <sup>2</sup> ) Aluminio	30	4,07	122,10
5.1.2	Marca: PRYSMIAN Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible (1x35 mm <sup>2</sup> ) Aluminio	30	2,53	75,90
5.1.3.	Tubo de XLPE corrugado de doble pared, de 125 mm de diámetro, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia de aplastamiento 450 N	30	5,25	157,50
5.1.4.	Zanja sobre tierra de 40x70 cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.	30	3,10	93,00
5.1.5	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	6	22,50	135,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>583,50</b>

## **5.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.2.1.	Interruptor automático Poder de corte: 4,5 KA, Curva C I+N Calibre: 16 A	29	17,31	501,99
5.2.2.	Interruptor automático Poder de corte: 4,5 KA, Curva D I+N Calibre: 16 A	13	23,17	301,21
5.2.3.	Interruptor automático Poder de corte: 4,5 KA, Curva C I+N Calibre: 10 A	9	17,44	156,96

5.2.4.	Interruptor automático Poder de corte: 4,5 KA, Curva C I+N Calibre: 32 A	1	40,07	40,07
5.2.5.	Interruptor automático Poder de corte: 4,5 KA, Curva D I+N Calibre: 32 A	1	40,07	40,07
5.2.6.	Interruptor automático Poder de corte: 4,5 KA, Curva C III+N Calibre: 16 A	2	100,16	200,32
5.2.7.	Interruptor automático Poder de corte: 4,5 KA, Curva C I+N Calibre: 20 A	1	103,56	103,56
5.2.8.	Interruptor automático Poder de corte: 4,5 KA, Curva C I+N Calibre: 32 A	1	111,45	111,45
5.2.9.	Interruptor automático In = 100 A ; Ireg = 100 A	4	150,53	602,12
5.2.10.	Interruptor automático In = 125 A ; Ireg = 115 A	1	162,36	162,36
5.2.11.	Interruptor automático In = 160 A ; Ireg = 140 A	1	178,61	178,61
5.2.12.	Interruptor diferencial 2P Calibre: 25 A Sensibilidad: 30 mA	9	57,92	521,28
5.2.13.	Interruptor diferencial 2P Calibre: 25 A Sensibilidad: 30 mA	1	255,31	255,31
5.2.14.	Relé transformador Calibre: 100 A Sensibilidad: 30 mA	4	360,02	1.440,08
5.2.15.	Fusible Calibre: 200 A	3	19,81	59,43
5.2.16.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	4	22,50	90
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>4.764,72</b>

### **5.3. CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES**

#### **5.3.1. Conductores:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.3.1.1.	Marca: Prysmian Cable H07V-K Flexible 2x1.5+1.5TT mm² Cobre	496	1,048	519,81
5.3.1.2.	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 2x2.5+2.5TT mm² Cobre	520	1,68	873,60
5.3.1.3.	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 2x4+4TT mm² Cobre	155	2,54	393,70
5.3.1.4.	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 2x6+6TT mm² Cobre	261	3,84	1.002,24
5.3.1.5.	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 2x10+10TT mm² Cobre	150	5,50	825,00
5.3.1.6.	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 2x35+16TT mm² Cobre	260	28,67	7.454,72
5.3.1.7	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 2x50+25TT mm² Cobre	260	28,672	7.454,72
5.3.1.8.	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 2x95+50TT mm² Cobre	25	46,78	1.169,5
5.3.1.9.	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 4x2,5+2,5TT mm² Cobre	6	2,3	174,80
5.3.1.10.	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 4x6+6TT mm² Cobre	4	2,97	11,88
5.3.1.11.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	25	22,50	562,5
			<b>Subtotal</b>	<b>20.442,39</b>

### 5.3.2 .Tubos:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.3.2.1.	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 16 mm	496	0,35	176,60
5.3.2.2.	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 20 mm	675	0,45	303,75
5.3.2.3.	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 25 mm	411	0,74	304,14
5.3.2.4.	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 40 mm	130	0,81	105,30
5.3.2.5.	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Φ 650mm.	260	0,85	221,00
5.3.2.6.	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Φ 63 mm.	2	25,2	50,40
5.3.2.7.	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Φ 125 mm.	30	31,5	945,00
5.3.2.8.	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Φ 140 mm.	25	35,6	890,00
5.3.2.9.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	16	22,50	360,00
			<b>Subtotal</b>	<b>3.659,33</b>

### 5.3.3. Canalizaciones:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.3.3.1.	Zanja sobre tierra de 20x45 cm. con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada	230	2,50	575,00
5.3.3.2.	Metros de bandeja portacables de malla Dimensiones: 200x35 mm	150	12,00	1.800,00
5.3.3.3.	Soporte para la bandeja (cada 3 m)	50	2,50	150,00
5.3.3.4.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	15	22,50	337,50
			<b>Subtotal</b>	<b>2.862,50</b>

### 5.3.4. Tabla resumen:

Nº DE ORDEN	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO	IMPORTE (€)
5.3.1.	CONDUCTORES	20.442,39
5.3.2.	TUBOS	3.659,33
5.3.3.	CANALIZACIONES	2.862,50
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>26964,22</b>

## **5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA**

### **5.4.1. Puesta a tierra:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.4.1.1.	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluida soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra y otros accesorios.	3	14,35	43,05
5.4.1.2.	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad.	3	28,56	85,68
5.4.1.3.	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluidos accesorios.	1	26,50	26,50
5.4.1.4.	Cable de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> de sección.	350	5,67	1.984,50
5.4.1.5.	Kits de soldadura aluminotérmica. Totalmente instalada	20	8,15	163,00
5.4.1.6.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	10	22,50	225,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>2.501,23</b>

## **5.5 CAPÍTULO V: GRUPO ELECTRÓGENO**

### **5.5.1. Grupo electrógeno:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.5.1.1.	13 kVA de la Marca "PERKINS" tipo DPAS 15 E.	1	2.860,00	2.860,00
5.5.1.2.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	4	22,50	90
			<b>Subtotal</b>	<b>2950,00</b>

## **5.6. CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO**

### **5.6.1. Alumbrado interior:**

Nº de Orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.6.1.1.	Luminaria interior L110IXP 36 Fd2M1 110XP Marca INDAL	10	222,00	2.220,00
5.6.1.2.	Luminaria interior 5092607s 281-IFZ-DEL 28 W Marca INDAL	9	196,00	1.764,40
5.6.1.3.	Luminaria interior L_352IETd36Fd2M1 352_IET-D 36 W Marca INDAL	3	140,00	420,00
5.6.1.4.	Luminaria interior Z2 111101 22018 18 W Marca INDAL	19	154,00	2.926,00
5.6.1.5.	Luminaria interior Z 2082301 4010 20 W Marca INDAL	2	260,00	520,00
5.6.1.6.	Luminaria interior Z 2070111 2200 25 W Marca INDAL	6	285,00	1.710,00
5.6.1.7.	Luminaria interior Z2062102B 3000+V-300 150 W Marca INDAL	2	89,00	178,00
5.6.1.8.	Luminaria interior L651FLMX_58Fa1 651-FLMX 58 W Marca INDAL	10	62	620,00
5.6.1.8.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	15	22,50	337,50
			<b>Subtotal</b>	<b>10.695,90</b>

### **5.6.2. Alumbrado del terreno de juego:**

Nº de Orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.6.2.1	Luminaria exterior INDAL 2080102s IZM-2 2000 W	20	1.205,00	24.100,00
5.6.2.2.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	8	22,50	180
			<b>Subtotal</b>	<b>24.280,00</b>

### 5.6.3. Alumbrado de emergencia:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.6.3.1.	HYDRA N2 + KETB HYDRA 8 W	3	42,02	126,06
5.6.3.2.	HYDRA N5 + KETB HYDRA 8 W	3	56,67	169,67
5.6.3.3.	HYDRA N5 + KES HYDRA 8 W	12	73,60	883,25
5.6.3.4.	HYDRA N2 + KES HYDRA 8 W	9	59,07	531,61
5.6.3.5.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	4	22,50	90,00
			<b>Subtotal</b>	<b>1.710,59</b>

### 5.6.4 Tabla resumen:

Nº DE ORDEN	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO	IMPORTE (€)
5.6.1.	ALUMBRADO INTERIOR	10.695,90
5.6.2.	ALUMBRADO DEL TERRENO DE JUEGO	24.280,00
5.6.3.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	1.710,59
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>36.686,49</b>



## **5.7. CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS**

### **5.7.1. Tomas de corriente, bases e interruptores:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.7.1.1	Toma de corriente monofásica de 16 A (2P+T) con caja de empotrar, 230V. Marca: Legrand	20	9,35	187,00
5.7.1.2.	Interruptor unipolar, 10 A, 230/240V, Serie: Coral Marca: BJC	19	4,10	77,90
5.7.1.3.	Contactador trifásico	6	72,00	432,00
5.7.1.4.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	5	22,50	112,50
			<b>Subtotal</b>	<b>809,40</b>

## **5.8. CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA**

### **5.8.1. Batería de condensadores:**

Nº de Orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.8.1.1.	13 kVA de la Marca "PERKINS" tipo DPAS 15 E.	1	1.671,00	1.671,00
5.8.1.2.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.	2	22,50	45,00
			<b>Subtotal</b>	<b>1.716,00</b>

## **5.9. CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **5.9.1. Obra civil:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.9.1.1.	Preparación y acondicionamiento para instalación de edificio prefabricado de Ormazábal tipo PFU-5. Excavación, colocación de capa de arena 0,1 m colocación de tubos de canalización, relleno, compactado del hueco perimetral con materiales de la excavación, reposición del pavimento y retirada de sobrante a vertedero, Instalación incluida	1	11.825,00	11.825,00

### 5.8.2. Caseta del centro:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.9.2.1.	Caseta tipo PFU-4, de la marca ORMAZABAL, con paneles que forman la envolvente, armaduras de hormigón unidas entre sí y al colector de tierras. Se incluye el precio del montaje y del transporte.	1	7.153,50	7.153,50

### 5.9.3. Transformador de potencia:

Nº de Orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.9.3.1.	Transformador trifásico, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 KVA, refrigeración natural de aceite, de tensión 13,2/0,4KV, grupo de conexión Dyn11, tensión de cortocircuito 4%.	1	5.450,00	5.450,00

#### 5.9.4. Aparamenta de media tensión:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.9.4.1.	<b>CELDA DE LÍNEA:</b> CML Celda de llegada de línea, de la marca ORMAZABAL, Vn=24 KV, In=400 A. Dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado de conjunto de las celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	2.675,00	2.675,00
5.9.4.2.	<b>CELDA DE MEDIDA:</b> Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior lateral por barras, bajo envolvente metálica, de la marca ORMAZABAL, tipo CMM, Vn=24 KV, In=400 A, Con 3 transformadores de tensión y tres de intensidad. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	6.150,00	6.150,00
5.9.4.3.	<b>CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES:</b> Celda CMP-F protección con fusibles asociados a la salida del cable, bajo envolvente metálica de la marca ORMAZABAL, Vn= 24KV, In= 400 A, .Incluye tres fusibles limitadores de 24 KVy 40 A. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	5.200,00	5.200,00
			<b>Subtotal</b>	<b>14.025,00</b>



**5.9.5. Equipo de baja tensión:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.9.5.1.	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08302	1	165,00	165,00
5.9.5.2.	Interruptor en carga + fusibles I = 250 A con una salida en baja tensión.	1	525,00	525,00
5.9.5.3.	Equipo de medida de energía De 4 hilos modem RTC tipo 3	1	2.831,00	2.831,00
5.9.5.4.	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible 2x1.5+1.5TT mm <sup>2</sup> Cobre	2,5	1,048	2,62
			<b>Subtotal</b>	<b>3.523,62</b>

### 5.9.6. Puesta a tierra del centro:

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.9.6.1.	Tierra de protección del centro de transformación realizada en anillo de 5x3 m a 0,8 m de profundidad con conductor desnudo de cobre de 50 mm <sup>2</sup> y 8 picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de largo. Incluida línea de tierra interior formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> . Incluidas arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluida soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexiónada	1	950,00	950,00
5.9.6.2.	Puesta a tierra interior CT: Conjunto de conductores de cobre de 50 mm <sup>2</sup> y conexiónado a todas las partes metálicas (celdas, transformador, rejillas, herrajes, puerta, etc.)	1	176,50	176,50
5.9.6.3.	Tierra de servicio realizada en hilera con 10 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> uniendo 2 picas de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud separadas 3 m entre sí a 0,8 m de profundidad, unido al centro de transformación por conductor de cobre de 50 mm <sup>2</sup> RV-K 0.6/1 KV. Incluidas arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluidos elementos de conexión. Totalmente instalado y conexiónado	1	340,00	340,00
5.9.6.4.	Punta de tipo Franklin de 5 m de altura para la protección ante la descarga atmosférica de rayos de 10 KA. Totalmente instalado y conexiónado.	1	730,00	730,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>2.196,50</b>



**5.9.7. Tabla resumen:**

Nº DE ORDEN	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO	IMPORTE (€)
5.9.1.	OBRA CIVIL	11.825,00
5.9.2.	CASETA DEL CENTRO	7.153,50
5.9.3.	TRANSFORMADOR	5.450,00
5.9.4.	APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN	14.025,00
5.9.5.	EQUIPO DE BAJA TENSIÓN	3.523,62
5.9.6.	PUESTA A TIERRA DEL CENTRO	2.196,50
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>44.173,62</b>

## **5.10. CAPÍTULO IX: SISTEMA DE REGADÍO**

### **5.10.1. Sistema de regadío:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.10.1.1.	Aspersor sectorial y de círculo completo 8005 con varilla emergente. Código:8005-SS	4	78,54	314,16
5.10.1.2.	Aspersor de válvula incorporada Eagle. Código 950 E	10	350,00	3.500,00
5.10.1.3.	Cubierta de césped artificial para Eagle 950	10	89,00	890,00
5.10.1.4.	Boquilla para 8005	4	23,00	92,00
5.10.1.5.	Codo articulado 1" ½ longitud 30 cm	14	40,50	567,00
5.10.1.6.	Válvula eléctrica 1" ½ + válvula de corte Código: 150-PGA	2	72,00	144,00
5.10.1.7.	Mirilla de válvula rectangular. Código: VB-JMB-H	2	36,00	72,00
5.10.1.8.	Extensión para mirilla rectangular Jumbo. Código: VB-JMB-6EXT	2	38,00	76,00
5.9.1.9.	Programador ES-LXME Modulador 8 estaciones	1	150,00	150,00
5.10.1.10.	Sonda de lluvia RSD-BEx	1	64,00	64,00
5.10.1.11.	Canalizaciones y conectores Ø 50 cm	50	2,10	105,00
5.10.1.12.	Canalizaciones y conectores Ø 63 cm	80	3,70	296,00
5.10.1.13.	Canalizaciones y conectores Ø 75 cm	350	4,20	1.470,00
5.10.1.14.	Canalizaciones y conectores Ø 90 cm	50	5,30	265,00
5.10.1.15.	Estación de bombeo VFD/Soft Start	1	1.160,00	1.160,00
5.10.1.16.	Cable eléctrico de doble aislamiento 1,5 mm <sup>2</sup>	1850	0,05	92,50
5.10.1.17.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	20	22,50	450,00
			<b>Subtotal</b>	<b>9.707,66</b>

## **5.11. CAPÍTULO X: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **5.11.1. Seguridad y salud:**

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario(€)	Importe (€)
5.11.1.1.	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas	5	4,25	21,25
5.11.1.2.	Placas Reglamentarias “Peligro de Muerte” o “Primeros Auxilios”	5	11,35	56,75
5.11.1.3.	Gafas protectoras contra impactos, incoloras	5	3,70	18,50
5.11.1.4.	Protectores auditivos con arnés a la nuca	5	3,15	15,75
5.11.1.5.	Juego de tapones antirruído de silicona ajustables.	5	1,20	6,00
5.11.1.6.	Chaleco de trabajo de poliéster-algodón	5	10,50	52,50
5.11.1.7.	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica	5	2,65	13,25
5.11.1.8.	Cinturón portaherramientas	7	6,75	47,25
5.11.1.9.	Par de guantes de uso general de maniobra	8	3,50	28,00
5.11.1.10.	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación.	6	38,50	231,00
5.11.1.11.	Banqueta aislante para maniobrar la aparamenta	3	150,00	450,00
5.11.1.12.	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante	4	5,75	23,00
5.11.1.13.	Extintor de polvo químico ABC polivalente antigrasa de eficacia 34ª/233B, de 6 kg. De agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110 medida la unidad instalada	3	56,60	169,80
5.11.1.14.	Grupo antiincendio EBARA AQUAFIRE AFU-ENR 32-200/7,5 EJ	1	1.235,00	1.235,00
			<b>Subtotal</b>	<b>2.368,05</b>



## **5.12. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN:**

Nº DE ORDEN	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO	IMPORTE (€)
5.1.	ACOMETIDA	583,50
5.2.	PROTECCIONES	4.764,72
5.3.	CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	26.964,22
5.4.	PUESTA A TIERRA	2.501,23
5.5.	GRUPO ELECTRÓGENO	2.950,00
5.6.	EQUIPOS DE ALUMBRADO	36.686,49
5.7.	ELEMENTOS VARIOS	809,40
5.8.	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	1.716,00
5.9.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	44.173,62
5.10.	SISTEMA DE RIEGO	9.707,66
5.11.	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	2.368,05
<b>TOTAL</b>	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>133.224,89</b>
	GASTOS GENERALES (5%)	6.661,24
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	13.322,49
<b>TOTAL</b>	<b>PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATISTA SIN IVA</b>	<b>153.208,62</b>
	IVA (21 %)	32.173,81
<b>TOTAL</b>	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>185.382,43</b>
	REDACCIÓN DEL PROYECTO (4%)	7.415,30
	DIRECCIÓN DE LA OBRA (4%)	7.415,30
<b>TOTAL</b>	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>200.213,02</b>

**El total del presente proyecto asciende a la cantidad de “DOSCIENTOS MIL DOSCIENTOS TRECE CON DOS CENTIMOS”**

PETICIONARIO

INGENIERO TÉCNICO

Iñigo Ostiz Escalada

En Tudela, 15 de noviembre de 2013.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CAMPO DE FÚTBOL DE  
SANTESTEBAN

SEGURIDAD E HIGIENE

Alumno: Iñigo Ostiz Escalada

Tutor: Francisco Javier Bea Montes

Tudela, noviembre de 2013



6.1OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD:	pág 3
6.2ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE REFERENCIA:	pág 3
6.2.1 Autor:	pág 3
6.2.2 Número de operarios previstos:	pág 3
6.3CONCEPTOS BASICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO:	pág 3
6.4RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN:	pág 4
6.5RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO:	pág 4
6.5.1 El trabajo:	pág 4
6.5.2 La salud:	pág 5
6.5.3 Los riesgos profesionales:	pág 5
6.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD:	pág 7
6.6.1 Factores de seguridad en el lugar de trabajo	pág 7
6.6.2 Máquinas y equipos de trabajo:	pág 7
6.6.3 Riesgo eléctrico:	pág 8
6.6.4 Riesgo de incendio:	pág 8
6.7 MEDIO AMBIENTE FÍSICO:	pág 9
6.7.1. Ruido:	pág 9
6.7.2 Vibraciones:	pág 9
6.7.3. Radiaciones:	pág 10
6.7.4 Condiciones termo-higiénicas:	pág 10
6.8 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS:	pág 10
6.8.1 Contaminantes químicos:	pág 10
6.8.2 Contaminantes biológicos:	pág 11
6.9 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN:	pág 11
6.9.1 Medicina preventiva y primeros auxilios:	pág 11
6.9.2 Formación sobre seguridad:	pág 12
6.10 ESPACIO DE TRABAJO:	pág 12
6.11 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO:	pág 12
6.11.1 Normas generales:	pág 12
6.11.2 Prevención de accidentes por caídas:	pág 13
6.11.3. Prevención de accidentes oculares:	pág 13
6.11.4 Prevención de accidentes por corte:	pág 14
6.11.5 Prevención de accidentes por atrapamiento	pág 14
6.11.6 Prevención de accidentes con herramientas manuales:	pág 14
6.11.7 Prevención de accidentes en máquinas portátiles eléctricas:	pág 14
6.11.8 Prevención de accidentes en máquinas neumáticas:	pág 15
6.11.9 Prevención de accidentes de máquinas herramientas:	pág 15
6.11.10 Prevención en almacenamientos:	pág 15
6.11.11 Prevención de accidentes eléctricos:	pág 16

## 6.1 OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas ( en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## 6.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE REFERENCIA

### 6.2.1 Autor

La orden de encargo correspondiente, designa al Ingeniero Iñigo Ostiz Escalada, como encargado redactor del Proyecto y del Estudio Básico de Seguridad y salud.

### 6.2.2 Número de operarios previstos

El número total de trabajadores en obra se calcula en siete. De ellos, no todos han de usar los mismos equipos de protección individual, sino que el uso de los mismos dependerá de las tareas y funciones que tengan encomendadas. En este número quedan englobadas todas las personas intervinientes en el proceso con independencia de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

## 6.3 CONCEPTOS BASICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y a salud laboral y la prevención de los riesgos derivados del trabajo en la empresa.

Objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.

La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Una vez definido seguridad y salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave del presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible el riesgo de daño a personas o bienes.

## **6.4 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN**

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y/o electromagnéticas. Las más destacables son:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales (Termo higrométricas)
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Caídas al mismo nivel.

Una vez visto los tipos de riesgos, es necesario poner medidas de seguridad, y para ello es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.

## **6.5 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO**

### **6.5.1 El trabajo**

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio. Buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal....

Esta actividad puede provocar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo (hoy en día la precariedad del mercado laboral y el paro suponen un importante problema para la salud, con repercusiones individuales, familiares y sociales) o por las condiciones en las cuales se realiza (accidentes, enfermedades derivadas del entorno laboral).

Aunque las formas de entender el trabajo han variado a lo largo de la historia, el trabajo presenta dos características fundamentales:

- **Tecnificación:** invención y uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza.
- **Organización:** planificación de la actividad laboral. Coordinando las tareas de los distintos trabajadores se consiguen mejores resultados.

Cuando no se controlan adecuadamente ambos efectos o no funcionan con corrección, aparecen riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores.

### 6.5.2 La salud

La salud es según la Organización Mundial de la Salud el estado completo de bienestar físico, mental, social. Así pues, debemos considerar la salud como un proceso permanente de desarrollo. No es fruto del azar y se puede perder y recuperar, según las condiciones laborales de cada trabajador.

### 6.5.3 Los riesgos profesionales.

Se trata de las situaciones que pueden romper el equilibrio físico, psíquico y social de los trabajadores.

La ley de prevención de Riesgos Laborales lo describe así:

“Posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de su trabajo. La calificación de su gravedad dependerá de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.”

El otro concepto relacionado a la prevención de riesgos es el peligro, que se define como propiedad o aptitud intrínseca de algún elemento de trabajo para ocasionar daños. En ocasiones se confunden estos dos términos.

#### a) Condiciones de trabajo:

Son cualquier característica del trabajo mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajo.

Ellas son:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos y otros útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos, biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades.
- Los procedimientos para el uso de los agentes citados que influyan en la generación de los riesgos.

- Aquellas características del trabajo, incluidas aquellas relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que este expuesto un trabajador.

b) Factores de riesgo

Es el elemento o conjunto de variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador. El estudio de estos factores se divide en 5 grupos:

1) *Condiciones de seguridad*: Son las condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente de trabajo.

- Lugar y superficie de trabajo.
- Maquinas y equipos de trabajos.
- Riesgos eléctricos
- Manipulación, transporte,...

2) *Medio ambiente físico del trabajo*: Aparecen de forma natural o modificada por el proceso de producción.

- Condiciones de temperatura, humedad, ventilación.
- Iluminación.
- Ruido.
- Vibraciones
- Radiaciones (ionizantes o no)

3) *Contaminantes*: Son elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Pueden ser:

- Contaminantes químicos, o las sustancias químicas que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente en forma aerosol, gas o vapor y afectar a la salud de los trabajadores. Su vía de entrada al organismo suele ser la respiratoria, pero también a través de la piel o por el aparato digestivo.
- Contaminantes biológicos, o los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones en la salud, como pueden ser bacterias, virus, pelos de animales, o polen y polvo de los vegetales.

4) *Exceso de carga física o mental*: Tienen que ver con la organización y estructura empresarial, que suelen afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador.

- Carga física, esfuerzos físicos de todo tipo así como situación estática.
- Carga mental, nivel de exigencia psíquica de la tarea (monotonía, falta de autonomía,.....)

5) *Factores organizativos* que afectan al tipo de jornada, horarios, decisiones a tomar, etc.: Para la prevención de estos factores de riesgo hay unas técnicas específicas a cumplir:

- Seguridad en el trabajo.
- Higiene industrial.
- Medicina del trabajo.
- Psicosociología.
- Ergonomía.

Se deben adoptar las medidas necesarias para cumplir estos requisitos así previniendo los riesgos.

## 6.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD

### 6.6.1 Factores de seguridad en el lugar de trabajo

En el trabajo siempre se deberá cumplir:

- Condiciones constructivas, el diseño y características constructivas de los lugares de trabajo, como ofrecer seguridad frente a riesgo de resbalones o caídas, choques, golpes, derrumbamientos,... esos elementos son la seguridad estructural, espacios de trabajo en zonas peligrosas, suelos, aberturas, desniveles y barandillas, tabiques y ventanas, puertas, rampas, escaleras de mano, condiciones de protección contra incendios, acceso para minusválidos, instalación eléctrica,...
- Orden, limpieza y mantenimiento, en todas las zonas del trabajo.
- Señalización de seguridad y salud.
- Instalaciones de servicio y protección.
- Condiciones ambientales, temperatura, ruido, contaminantes,...
- Iluminación.
- Servicios higiénicos y locales de descanso, como fuentes de agua potable, vestuarios, locales al aire libre,...
- Material y locales de primeros auxilios.

### 6.6.2 Máquinas y equipos de trabajo

Se debe tener en cuenta:

- Las condiciones características específicas del trabajo que se desarrolle.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- Las adaptaciones necesarias para su uso por trabajadores discapacitados. Para disminuir la tasa de siniestralidad laboral en lo referente a los accidentes que se producen a causa de fallos de seguridad relacionados con las máquinas se necesita:



- Seguridad en el producto, el mercado CE garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger a los trabajadores.
- Instalación, siguiendo instrucciones del fabricante y en los lugares apropiados
- Mantenimiento, por personal especializado.
- Uso adecuado, por el personal autorizado.

### **6.6.3 Riesgo eléctrico**

Existen dos tipos de contacto eléctrico:

- ❖ Directo, con las partes activas de los materiales y equipos.
- ❖ Indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Para evitar en la medida de lo posible los riesgos de los contactos eléctricos hay que:

- ❖ Alejar las partes activas, para evitar contactos fortuitos.
- ❖ Aislar también con recubrimientos apropiados.
- ❖ Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

### **6.6.4 Riesgo de incendio**

Antes de hincar los trabajos, el contratista encargado de los mismos debe informarse de la situación de las canalizaciones de agua, gas y electricidad, como instalaciones básicas o de cualquier otra de distinto tipo que tuviese el edificio y que afectase a la zona de trabajo.

Caso de encontrar canalizaciones de gas o electricidad, se señalarán convenientemente y se protegerán con medios adecuados.

Se establecerá un programa de trabajo claro que facilite un movimiento ordenador en el lugar de los mismos, de personal, medios auxiliares y materiales, es aconsejable entrar en contacto con el representante local de los servicios que pudieran verse afectados para decidir de común acuerdo las medidas de prevención que hay que adoptar.

En todo caso, el contratista ha de tener en cuenta que los riesgos de explosión de un espacio subterráneo se incrementan con la presencia de:

- Canalizaciones de alimentación de agua.
- Cloacas.
- Conductas eléctricas para iluminación de vías públicas.
- Sistemas de semáforos.
- Canalizaciones de servicios de refrigeración.
- Canalizaciones de vapor.
- Canalizaciones para hidrocarburos.

Para paliar los riesgos antes citados, se tomarán las siguientes medidas de seguridad:

- Se establecerá una ventilación forzada que obligue a la evacuación de los posibles vapores inflamables.
- No se encenderán máquinas eléctricas, ni sistemas de iluminación, antes de tener constancia de que ha desaparecido el peligro.
- En casos muy peligrosos se realizarán mediciones de la concentración de los vapores del aire.

Está presente en cualquier actividad. Cuando estos rasgos se presentan es más fácil que se produzca un incendio:

- Combustible presente (cualquier sustancia capaz de arder).
- Comburente (sustancia que hace que otra entre en combustión)
- Fuente de calor (foco de calor).
- Reacción en cadena (proceso que acelera la propagación del fuego).

Factores a tener en cuenta en la actuación contra incendio:

- Diseño, estructura y materiales de construcción de las instalaciones.
- Situación del centro de trabajo, tipo de actividad, edificios colindantes,...
- Detección y alarma, cualquier incendio es controlable si se detecta y localiza a tiempo, antes de propagarse y alcanzar grandes dimensiones.
- Medios de extinción, como son los equipos portátiles (extintores), instalaciones fijas (bocas de incendio, columnas secas, rociadores,...).
- Evacuación del personal, para evitar daños en la salud de los trabajadores se debe tener un plan de evacuación.

## 6.7 MEDIO AMBIENTE FÍSICO

### 6.7.1. Ruido

Las características del sonido que hacen diferentes unos ruidos de otros son:

- *Frecuencia*: es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora. Se mide en hertzios y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son las más graves para la salud.
- *Intensidad*: fuerza de vibración sonora. Se mide en decibelios y determina el grado de precisión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

### 6.7.2 Vibraciones

Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Se producen por el efecto propio del funcionamiento de una máquina o equipo.

Pueden producir varios efectos:

- *Muy baja frecuencia* (menos de 2 Hz): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...)
- *Baja y media frecuencia* (de 2 a 20 Hz): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas)
- *Alta frecuencia* (de 20 a 300 Hz): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores.

### 6.7.3. Radiaciones

Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano, pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores. Existen dos tipos:

- *Radiaciones ionizantes*: ondas de alta frecuencia (rayos X, rayos  $\gamma$ , partículas atómicas,...) que tienen gran poder energético ya que pueden transformar la estructura de los átomos provocando la expulsión de electrones de su órbita. Los efectos para la salud dependen de la dosis absorbida por el organismo. Puede afectar tanto a los tejidos como a los órganos, provocando desde náuseas, vómitos y cefaleas hasta alteraciones cutáneas y cáncer.
- *Radiaciones no ionizantes*: son ondas de baja o media frecuencia (microondas, infrarrojos, ultravioleta,...) que poseen poca energía (no producen la ionización de la materia). Pueden provocar efectos térmicos o irritaciones en la piel, hasta conjuntivitis, quemaduras graves, cáncer de piel.

### 6.7.4 Condiciones termo-higiénicas

Son las condiciones físicas ambientales de la temperatura, humedad y ventilación, en las que se desarrolla un trabajo. Hay diferentes variables que deben considerarse de forma global:

- ❖ Temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de paredes y objetos, velocidad del aire, actividad física, clase de ropa.
- ❖ Unas malas condiciones pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados, deshidratación, golpes de calor,... o efectos en la conducta como aumento de la fatiga.

## 6.8 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

### 6.8.1 Contaminantes químicos

Son sustancias constituidas por materia inerte que pueden estar presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Se pueden incorporar en el ambiente al transporte, fabricación, almacenamiento o uso.

Las vías de entrada en este organismo son:

- Vía respiratoria, nariz, boca, laringe, pulmones...
- Vía dérmica, se incorpora el contaminante a la sangre a través de la piel.
- Vía digestiva, todo el aparato digestivo mas las mucosidades del sistema respiratorio.
- Vía parenteral, penetración por llagas, heridas o punciones

Los efectos de estos contaminantes son:

- Irritantes, hinchazón de la zona de contacto
- Asfixiantes, impide la llegada de oxígeno a las células y altera los mecanismos oxidativos biológicos.
- Anestésicos, depresores del sistema nervioso central.
- Corrosivos, destruyen los tejidos con los que entran en contacto.
- Neumoconióticos, partículas sólidas que se acumulan en las vías respiratorias.
- Sensibilizantes, producen reacciones alérgicas.
- Cancerígenas, pueden ser mutágenos (modificaciones hereditarias) y teratógenos (producen malformaciones en la descendencia)
- Tóxicos sistémicos, alteran órganos y sistemas específicos.

### 6.8.2 Contaminantes biológicos

Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones. Son bacterias, virus y hongos, que penetran en el organismo y producen cualquier tipo de infección.

## 6.9 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

### 6.9.1 Medicina preventiva y primeros auxilios

1) *Medicina preventiva*: Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que trata la medicina del trabajo y la higiene industrial. Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación médica de los trabajadores.

2) *Primeros auxilios*: Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia según el número de trabajadores situado en los aseos, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo.

Como Centros Médicos de urgencia próximos a la obra se señalan los siguientes:

- **SANTESTEBAN**: Centro de Salud.  
Barrio de San Miguel s/n – 31740 Santesteban (Malerreka) – 948 456 136  
Distancia: 1,2 Km.

- **PAMPLONA:** Hospital Virgen del Camino  
Calle Irunlarrea 4, 31008 Pamplona – 948 42 94 00  
Distancia: 50 Km.

### 6.9.2 Formación sobre seguridad

El Plan se especificará en el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que estos conozcan el plan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será por un técnico de seguridad. El empresario deberá también analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.

## 6.10 ESPACIO DE TRABAJO

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

## 6.11 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO

### 6.11.1 Normas generales

- a) Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
- b) Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- c) Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
- d) El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
- e) El tránsito de personal por el recinto debe efectuarse por los pasillos señalizados a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr. Los pasillos y las calles deben estar libres de obstáculos.
- f) Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
- g) Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.

- h) Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas y productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado ebrio.
- i) No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
- j) En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.
- k) Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
- l) No se debe usar el aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar virutas.
- m) Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
- n) En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de protección personal.
- o) No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados.
- p) Para la extracción de líquidos corrosivos, deben emplearse dispositivos que eviten salpicaduras, como son los volcadores, sifones,...
- q) Revisar las herramientas de trabajo para asegurarse de su correcto estado de utilización.

#### **6.11.2 Prevención de accidentes por caídas**

- a) Mantener el lugar o puesto de trabajo limpio, especialmente de grasa, aceite u otros líquidos.
- b) Al subir o bajar escaleras fijas, apoyar toda la superficie del pie para evitar torceduras o resbalamientos. No correr en los desplazamientos.
- c) No pisar objetos o zonas que carezcan de rigidez.
- d) Señalizar y/o tapar los huecos que suponga riesgos de caídas.
- e) Los pasillos y zonas de paso deben estar despejadas.
- f) Si se debe acceder a algún punto de altura, emplear plataformas o escaleras perfectamente apuntadas, pero nunca se deben encaramar a las máquinas o estanterías, ni emplear taburetes, sillas, mesas o cajas, etc.
- g) Al transportar una carga, procurar que no impida la visión.

#### **6.11.3. Prevención de accidentes oculares**

- a) Las gafas de protección se usarán con todos sus componentes, sin desmontar sus protecciones laterales, y su obligatoriedad será fijada mediante carteles indicativos.
- b) El buen uso y conservación es responsabilidad del usuario. En caso de necesitarlo el operario, las gafas se proveerán con cristales graduados.
- c) Está prohibido retirar las protecciones contra la proyección de partículas de que disponen diversas máquinas.
- d) El uso de las gafas es obligatorio cuando se trabaja con máquinas que carecen de protección contra la proyección de partículas.

#### **6.11.4 Prevención de accidentes por corte**

- a) En la manipulación de tablones se deben emplear toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
- b) Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
- c) El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tablones punzantes, cortantes o con aristas vivas.
- d) Las virutas de las máquinas se deben retirar con ganchos provistos de cazoletas que protejan la mano. Bajo ningún pretexto se utilizarán las manos para retirarlas.

#### **6.11.5 Prevención de accidentes por atropamiento**

- a) Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
- b) Se debe tener precaución con los elementos de máquinas o instalaciones en donde el movimiento de traslación o rotación pueda arrastrar al trabajador por enganche de un miembro o parte de su vestimenta.
- c) No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.
- d) Se debe tener precaución con el moviendo de los componentes de máquinas en los que puedan entrar o quedar atrapadas cualquier parte del cuerpo.

#### **6.11.6 Prevención de accidentes con herramientas manuales**

- a) Las herramientas manuales sólo se deben emplear para el fin por el que se han concebido, y nunca con segundas aplicaciones ni fines auxiliares. Por ello debe procurarse que no tengan defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
- b) Todas las herramientas manuales deben permanecer perfectamente limpias; en el momento de utilizarlas, las manos deberán estar secas y limpias de grasas o aceites que impidan la seguridad en la sujeción.
- c) Las herramientas cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas y deberán carecer de rebabas. Cuando no se utilicen estarán provistas de fundas protectoras para filos o puntas.

#### **6.11.7 Prevención de accidentes en máquinas portátiles eléctricas**

- a) Los enchufes y alargaderas eléctricas deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
- b) Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
- c) Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
- d) En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
- e) Al trabajar con estas herramientas en lugares húmedos o en locales donde se suda mucho, se deben utilizar transformadores que reduzcan la tensión a menos de 50 voltios.



- f) En caso de avería, los cables no se deben reparar con cinta aislante, ya que con el tiempo se reseca, pierde el poder adhesivo y absorbe la humedad; lo correcto es reemplazarlos por otros nuevos.

#### **6.11.8 Prevención de accidentes en máquinas neumáticas**

- a) Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ellos se deben revisar periódicamente.
- b) Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.
- c) Las mangueras de aire comprimido se mantendrán fuera de los pasillos y de paso con objeto de no tropezar con ellas ni de que puedan ser atrapadas por ruedas de vehículos y, en consecuencia, ser dañadas.
- d) No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

#### **6.11.9 Prevención de accidentes de máquinas herramientas**

- a) Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones que se han de realizar y su correcto empleo.
- b) Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.
- c) No se debe hincar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas
- d) En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo bien ajustada al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o suelos los extremos.

#### **6.11.10 Prevención en almacenamientos**

- a) Al almacenar los materiales se deberá cuidar:
  - Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contra incendio, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc.
  - Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de personal, pasillos, etc. Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones, etc.
- b) Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes
- c) Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
- d) Tipo de apilado:
  - Cruzado: Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
  - De bidones: De pie con el tapón hacia arriba; entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como suponte y protección.



### 6.11.11 Prevención de accidentes eléctricos

- a) Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- b) Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas, es tarea del personal especializado
- c) Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- d) Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- e) No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.
- f) Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.
- g) No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por uno nuevo.
- h) Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.
- i) Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto:
  - Desconectar la corriente.
  - Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
  - Practicar la respiración artificial inmediatamente.
  - Avisar al médico.
- j) Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos:
  - Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica hay que asegurarse de su perfecto estado.
  - Para utilizar un aparato o instalación eléctrico, sólo se deben manipular los elementos de mando previstos para tal fin.
  - No se deben emplear aparatos eléctricos ni instalaciones eléctricas cuando accidentalmente se encuentran mojadas, o cuando la misma persona tenga las manos o los pies húmedos.
  - En caso de avería o incidente, se debe cortar la corriente como primera medida, después avisar al personal especializado.
  - En caso de avería de la instalación o de la herramienta, se debe llamar al electricista, no se debe utilizar la instalación y se ha de impedir que otros la utilicen.

**Tudela, noviembre 2013**

**Iñigo Ostiz Escalada**